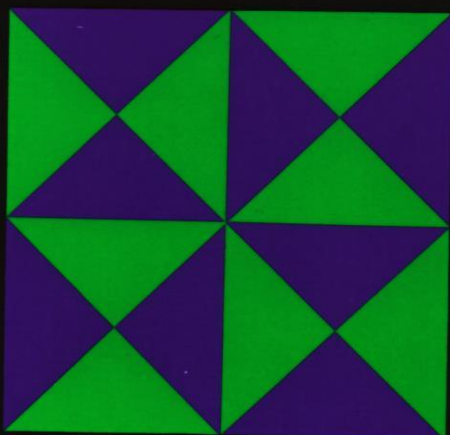
Gaston Bachelard



Epistemología



EDITORIAL ANAGRAMA

Epistemología

Gaston Bachelard

Epistemología

Textos escogidos por
Dominique Lecourt



EDITORIAL ANAGRAMA
BARCELONA

Título de la edición original:
Épistémologie
© Presses Universitaires de France
París, 1971

Traducción:
Elena Posa

Portada:
Julio Vivas

Primera edición: enero 1974
Segunda edición: noviembre 1989

Pedró de la Creu, 58
08034 Barcelona

ISBN 84-339-0026-9
Depósito legal: B. 39119 - 1989

Libergraf, S. A., Constitució, 19, 08014 Barcelona

ADVERTENCIA

Unas palabras acerca del criterio que ha presidido la elección de estos textos. Intenta responder a una exigencia doble y contradictoria: proporcionar un *fácil* acceso a una epistemología que ha hecho precisamente de la *dificultad* el signo distintivo del trabajo productivo científico y filosófico. Por interés pedagógico hemos restituido *in extenso* los ejemplos que no requieren una información científica demasiado especializada; en compensación, hemos evitado la aridez de las páginas en la que se podía caer en la transcripción detallada de los cálculos. Pero no por ello hemos querido alimentar cierta imagen —demasiado extendida— de una bachelardismo benévolo que, a partir de aceptar una lectura sin crítica de una obra ambigua como *La formation de l'esprit scientifique*, se reduciría a la yuxtaposición inorgánica de algunos principios metodológicos generales, de ciertos consejos pedagógicos juiciosos y de varias afirmaciones de fina psicología más o menos unificadas bajo la amable bandera de un psicoanálisis endulzado. La realidad de la epistemología de Bachelard es muy distinta: se constituye con atención tensa, durante casi un cuarto de siglo, hacia los progresos contemporáneos de las ciencias física

y química, con una vigilancia polémica sin desfallecimientos respecto a las teorías filosóficas del conocimiento y, fruto de estos intereses combinados, con una rectificación progresiva, en una «autopolémica» constante, de sus propias categorías. El orden adoptado aquí quisiera explicar este triple carácter. El lector ya habrá comprendido que, por principio, esta recopilación no pretende ofrecer un cuadro sistemático de la epistemología de Bachelard. Debido a su perpetuo «recomienzo» excluye la forma del sistema para hacer de su esencial estado inacabado el índice de su progresión. Que no se tome pues la proximidad de textos aparentemente semejantes por simples repeticiones: cada uno marca una etapa del trabajo de Bachelard; que tampoco se sorprenda por no ver acabarse estos textos con una serie de preguntas teóricas acerca de la historia de las ciencias. Esta «epistemología histórica» abría el terreno a una nueva disciplina, en la que otros, después, se han introducido: «la historia epistemológica de las ciencias». Este no es su menor interés.

Dominique LECOURT

LISTA DE LAS OBRAS EPISTEMOLÓGICAS DE BACHELARD

(Abreviaciones utilizadas)

LIBROS

Essai sur la connaissance approchée, Ed. Vrin, 1928 *(Essai)*

Etude sur l'évolution d'un problème de physique, Ed. Vrin, 1928 *(Etude)*

Le valeur inductive de la relativité, Ed. Vrin, 1929 *(Valeur inductive)*

Le pluralisme cohérent de la chimie moderne, Ed. Vrin, 1932 *(Pluralisme)*

Les intuitions atomistiques, Ed. Boivin, 1933 *(Intuitions)*

Le nouvel esprit scientifique, Presses Universitaires de France, 1936 *(Nouvel Esprit)*

La dialectique de la durée, Presses Universitaires de France, 1936

L'expérience de l'espace dans la physique contemporaine, Presses Universitaires de France, 1937 *(Expérience)*

La formation de l'esprit scientifique, Ed. Vrin, 1938 *(Formation)* *

* *La formación del espíritu científico.* Ed. Argos, Buenos Aires, 1948. Siglo XXI Argentina, Editores, S. A., 1972.

La philosophie du Non, Presses Universitaires de France, 1940 *(Philosophie)*
Le rationalisme appliqué, Presses Universitaires de France, 1949 *(Rationalisme)*
L'activité rationaliste de la physique contemporaine, Presses Universitaires de France, 1951 *(Activité)*
Le matérialisme rationnel, Presses Universitaires de France, 1953 *(Matérialisme)*
La psychanalyse du feu, Gallimard, collection «Idées» *(Psychanalyse)* *

PRINCIPALES ARTÍCULOS

La richesse d'inférence de la physique mathématique, *Scientia,* 1928
Noumène et microphysique, *Recherches philosophiques,* I, 1931 (reproducido en *Etudes,* Vrin, 1970)
Le Monde come caprice et miniature, *Recherches philosophiques,* III, 1933 (reproducido en *Etudes,* Vrin 1970)
Idéalisme discursif, *Recherches philosophiques,* IV, 1934 (reproducido en *Etudes,* Vrin, 1970)
Univers et réalité, Trabajos del II° Congreso de las sociedades de filosofía de Lyon, 1939
Discours du Congrès international de Philosophie des Sciences, Ed. Hermann, 1949
L'idonéisme et l'exactitude discursive, ex. *Etudes de philosophie des sciences,* Neuchâtel, Ed. du Griffon, 1950
L'actualité de l'histoire des sciences, Ed. du Palais de la Découverte, octubre 1951

* *Psicoanálisis del fuego,* Alianza Editorial, Madrid.

Puntos de partida

I. LA "NOVEDAD" DE LAS CIENCIAS CONTEMPORÁNEAS

A) «MENSAJES DE UN MUNDO DESCONOCIDO...»

[1] A fines del pasado siglo, se creía todavía en el carácter empíricamente unificado de nuestro conocimiento de lo real. Se trataba incluso de una conclusión en la que se reconciliaban las filosofías más hostiles. En efecto, la unidad de la experiencia aparece desde un doble punto de vista: para los empiristas, la experiencia es uniforme en su esencia porque todo viene de la sensación; para los idealistas, la experiencia es uniforme porque es impermeable a la razón. Tanto en la aceptación como en el rechazo, el ser empírico forma un bloque absoluto. De todos modos, creyendo separar cualquier preocupación filosófica, la ciencia del siglo pasado se ofrecía como un conocimiento homogéneo, como la ciencia de nuestro propio mundo, en contacto con la experiencia cotidiana, organizada por una razón universal y estable, con la aprobación final de nuestro interés común. El científico era, según Conrad, «uno entre nosotros». Vivía en nuestra realidad, manejaba nuestros objetos, se educaba con nuestro fenómeno, encontraba la evidencia en la claridad de nuestras intuiciones. Desarrollaba sus demostraciones

siguiendo nuestra geometría y nuestra mecánica. No discutía los principios de la medida, dejaba al matemático con sus axiomas. Contaba cosas separadas, no postulaba números que ya no son verdaderamente números. Entre él y nosotros existía de un modo natural la misma aritmética. La ciencia y la filosofía hablaban el mismo lenguaje.

Todavía enseñamos a nuestros hijos esta ciencia para filósofos. Es la ciencia experimental de las instrucciones ministeriales; pensad, medid, contad; desconfiad de lo abstracto, de la regla; ligad los espíritus jóvenes a lo concreto, al hecho. Ver para comprender, este es el ideal de esta extraña pedagogía. Da igual si el pensamiento va detrás del fenómeno mal visto, de la experiencia mal hecha. Da igual si la relación epistemológica así establecida va de lo prelógico de la observación inmediata a la verificación siempre infalible mediante la experiencia común, en vez de ir del programa racional de investigaciones al aislamiento y a la definición experimental del hecho científico siempre artificial, delicado y escondido.

Pero la física contemporánea no trae mensajes de un mundo desconocido. Estos mensajes están redactados en «jeroglíficos», según la expresión de Walter Ritz. Intentando descifrarlos, nos damos cuenta de que los signos desconocidos se interpretan mal en el plano de nuestras costumbres psicológicas. En particular, parecen refractarios al análisis usual que separa una cosa de su acción. En el mundo desconocido del átomo ¿no existiría una especie de fusión entre el acto y el ser, entre la onda y el corpúsculo? ¿Es necesario hablar de aspectos complementarios o de realidades complementarias? ¿No se trata de una cooperación más profunda del objeto y del movimiento, de una energía compleja en la que convergen lo que es y lo que se hace? Finalmente, como estos fenómenos ambiguos nunca designan *nuestras cosas*, se trata de un problema de gran alcance filosófico preguntarse si designan *cosas*. De ahí una subversión total de los prin-

cipios realistas de la sintaxis de lo infinitamente pequeño. En esta sintaxis, el sustantivo ya está demasiado mal definido para dominar la frase. Ya no será la *cosa* lo que podrá instruirnos directamente, como proclamaba la fe empírica. No aumentaremos el conocimiento de un objeto ultra-microscópico aislándolo. Aislado, un corpúsculo se convierte en un centro de irradiación para un fenómeno mayor. Tomado en su papel físico es más un medio de análisis que un objeto para el conocimiento empírico. Es un pretexto para pensar, no un mundo a explorar. Es inútil llevar el análisis hasta conseguir aislar desde todos los puntos de vista un objeto único, ya que parece que en el mundo de la microfísica lo único pierde sus propiedades sustanciales. En este caso sólo hay propiedades sustanciales por encima —no por debajo— de los objetos microscópicos. La substancia de lo infinitamente pequeño es contemporánea a la relación.

Si lo real se desindividualiza físicamente yendo hacia regiones profundas de la física infinitesimal, el científico dará más importancia a la organización racional de sus experiencias a medida que haga aumentar su precisión. Una medida precisa es siempre una medida compleja; se trata, pues, de una experiencia organizada racionalmente. De ahí un segundo transtorno en la epistemología contemporánea. Debemos subrayar su importancia filosófica. En efecto, nos parece que la construcción matemática de las hipótesis atómicas contradice la teoría que atribuía a estas hipótesis un papel secundario y provisional. En el siglo XIX se tomaban las hipótesis científicas como organizaciones esquemáticas o pedagógicas. Se acostumbraba a decir que eran simples medios de expresión. Se creía que la ciencia era real por sus *objetos*, hipotética por las *relaciones* establecidas entre los objetos. A la menor contradicción, a la menor dificultad experimental, se abandonaban estas hipótesis de relación calificándolas de tradicionales, como si una convención científica tuviera otro

medio para ser objetiva que el carácter racional. El nuevo físico ha derribado la perspectiva de hipótesis pacientemente dibujada por Vaihinger. Actualmente los objetos están representados por metáforas, su organización aparenta realidad. Dicho de otro modo, lo que actualmente es hipotético, es *nuestro* fenómeno; ya que nuestro contacto inmediato con la realidad sólo es un dato confuso, provisional, convencional, y este contacto fenomelológico reclama inventario y clasificación. Por el contrario, la reflexión da un sentido al fenómeno inicial sugeriendo una *serie orgánica* de investigaciones, una perspectiva racional de experiencias. *A priori* no podemos tener ninguna confianza en la instrucción que el dato inmediato pretende proporcionarnos. No se trata de un juez, ni de un testimonio, es un acusado, y un acusado al que tarde o temprano se condena por mentir. El conocimiento científico es siempre la reforma de una ilusión. Ya sólo podemos ver en la descripción, incluso minuciosa, de un mundo inmediato, una *fenomenología de trabajo* en el mismo sentido en que antes se hablaba de *hipótesis de trabajo.* (Noumène et microphysique, en *Etudes,* Vrin, 1970).

B) RUPTURA CON EL CONOCIMIENTO COMÚN

[2] Las ciencias físicas y químicas, en su desarrollo contemporáneo, pueden caracterizarse epistemológicamente como campos del pensamiento que rompen claramente con el conocimiento vulgar. Se opone a la constatación de esta profunda discontinuidad epistemológica la «educación científica» que se cree suficiente para la «cultura general» y sólo se plantea la física y la química «muertas». No hay aquí nada peyorativo si únicamente se quiere señalar que existe una ciencia viva. Emile Borel ha demostrado que la mecánica clásica, la mecánica

«muerta», era todavía una cultura indispensable para el estudio de las mecánicas contemporáneas (relativista, cuántica, ondulatoria). Pero los rudimentos ya no bastan para determinar los caracteres filosóficos fundamentales de la ciencia. El filósofo debe tomar conciencia de los nuevos caracteres de la nueva ciencia.

El solo hecho del carácter *indirecto* de las determinaciones de la realidad científica nos sitúa en un nuevo reino epistemológico. Por ejemplo, mientras se trataba, en un espíritu positivista, de determinar los pesos atómicos, la técnica —sin duda muy precisa— de la balanza era suficiente. Pero cuando en el siglo XX se escogen y se pesan los isótopos, se necesita una técnica *indirecta*. El *estectroscopio de masa* indispensable para esta técnica, está basado en la acción de los campos eléctricos y magnéticos. Es un instrumento que se puede calificar de indirecto si se compara con la balanza. La ciencia de Lavoisier que fundamenta el positivismo de la balanza, está en relación continua con los aspectos inmediatos de la experiencia usual. No ocurre lo mismo cuando se añade un *electrismo* al *materialismo*. Los fenómenos eléctricos de los átomos están *escondidos*. Hay que instrumentarlos en un aparato que no tiene significación *directa* en la vida corriente. En la química de Lavoisier se pesa el cloruro de sodio igual que se pesa la sal de cocina en la vida corriente. Las condiciones de precisión científica, en la química positivista, sólo acentúan las condiciones de precisión comercial. De una precisión a otra, no se cambia el *pensamiento de la medida*. Incluso si se lee la posición de la aguja en la cruz de la balanza con un microscopio, no se abandona la idea de un *equilibrio*, de una *identidad, de masa,* aplicación muy simple del *principio de identidad,* tan tranquilamente fundamental para el conocimiento común. En lo que se refiere el espectroscopio de masa, nos encontramos en plena *epistemología discursiva.* Es necesario un largo circuito en la ciencia teórica

para comprender sus datos. De hecho, los *datos* son aquí *resultados*.

Se nos objetará que proponemos una distinción muy delicada para separar el conocimiento común y el conocimiento científico. Pero es necesario comprender que los matices son aquí filosóficamente decisivos. Se trata nada menos que de la primacía de la reflexión sobre la percepción, de la preparación numenal de los fenómenos técnicamente constituidos. Las trayectorias que permiten separar los isótopos en el espectroscopio de masa no *existen* en la naturaleza; hay que producirlos técnicamente. Son teoremas elaborados. Deberemos demostrar que lo que el hombre *hace* en una técnica científica no existe en la naturaleza y ni siquiera es una serie *natural* de fenómenos *naturales*. (*Rationalisme,* cap. VI, p. 101-102).

II. LA "PEREZA" DE LA FILOSOFÍA

A) NEGLIGENCIA

[3] Si trazamos un cuadro general de la filosofía contemporánea, nos sorprenderá el poco espacio que ocupa en él la *filosofía de las ciencias*. De un modo más general las *filosofías del conocimiento* parecen estar hoy en día en desgracia. Los esfuerzos del saber parecen impregnados de utilitarismo; los conceptos científicos, tan acordes, están considerados como simples valores de ustensilidad. El hombre de ciencia, de pensamiento tan tenaz y ardiente, de pensamiento tan vivo, está considerado como un hombre abstracto. Cada vez se desacreditan más todos los valores del hombre estudioso, del hombre laborioso. La ciencia sólo es una pequeña aventura, una aventura en los mundos quiméricos de la teoría, en los laberintos tenebrosos de experiencias ficticias. Por una paradoja increíble, según las críticas de la actividad científica, el estudio de la naturaleza apartaría a los científicos de los valores naturales, la organización racional de las ideas perjudicaría la adquisición de nuevas ideas.

Si un filósofo habla del conocimiento, lo quiere directo, inmediato, intuitivo. Se acaba convirtiendo a la inge-

nuidad en una virtud, en un método. Toma cuerpo el juego de palabras de un gran poeta que quita una letra *n* a la palabra *connaissance* (conocimiento) para sugerir que el verdadero conocimiento es ya un *co-naissance* (co-nacimiento). Y se profesa que el primer despertar se hace a plena luz, que el espíritu posee una lucidez innata.

Si un filósofo habla de la experiencia ocurre lo mismo, se trata de su propia experiencia, del desarrollo tranquilo de un temperamento. Se acaba por describir una visión personal del mundo como si encontrara ingenuamente el sentido de todo el universo. Y la filosofía contemporánea es así una borrachera de personalidad, una borrachera de originalidad. Y esta originalidad pretende ser radical, arraigada en el propio ser, afirma una existencia concreta, crea un existencialismo inmediato. De este modo cada uno va inmediatamente del ser al hombre. Es inútil buscar más allá un tema de meditación, un tema de estudio, un tema de conocimiento, un tema de experiencia. La conciencia es un laboratorio individual un laboratorio innato. Es terreno abonado para los existencialismos. Cada cual tiene el suyo, cada cual encuentra su gloria en su singularidad.

Pues bien, no sale tan barato ser original en la actividad científica. El pensamiento científico no encuentra tan fácilmente la cohesión de una existencia. Pero, en cambio, el pensamiento científico se designa como una evidente promoción de existencia. Y sobre esta promoción de existencia querría llamaros la atención. En resumen, en vez de una existencia en la raíz del ser, en el reposo de una natural perseverancia en el ser, la ciencia nos propone un existencialismo en el extremo del ser pensante. El pensamiento es una fuerza, no una substancia. Cuanto mapor es la fuerza más alta es la promoción del ser. Así, pues, es en los dos momentos en que el hombre amplía su experiencia y coordina su saber cuando se instituye realmente en su dinámica de ser pensante. Cuando

un célebre existencialista nos confiesa tranquilamente: «El movimiento es una enfermedad del ser», le respondo: El ser es una obstrucción del movimiento, una parada, una vacancia, un vacío. Y veo la necesidad de una inversión radical de la fenomenología del ser humano, de modo que el ser humano pueda ser descrito como promoción de ser, en su *tensión esencial,* añadiendo sistemáticamente dinamología a la ontología. En otras palabras, me parece que la *existencia* de la ciencia se define como un *progreso* del saber, que la nada simboliza con la ignorancia. En definitiva, la ciencia es uno de los testimonios más irrefutables de la existencia esencialmente progresiva del ser pensante. El ser pensante piensa un pensamiento conocedor. No piensa una existencia.

¿Qué será pues, entendida en un estilo moderno, la filosofía de las ciencias? Será una fenomenología del hombre estudioso, del hombre concentrado en su estudio y no únicamente un balance difuso de ideas generales y de resultados adquiridos. Nos hará asistir al drama cotidiano del estudio cotidiano, nos hará describir la rivalidad y la cooperación, del esfuerzo teórico y de la investigación experimenal, nos colocará en el centro del perpetuo conflicto de métodos que es el carácter manifiesto, la tónica de la cultura científica contemporánea. (Congreso internacional de Filosofía de las Ciencias, 1949).

B) PRETENSIONES

[4] El concepto de límite del conocimiento científico, ¿tiene un sentido absoluto? ¿Es posible trazar las fronteras del pensamiento científico? ¿Estamos realmente encerrados en un espacio objetivamente cerrado? ¿Estamos dominados por una razón inmutable? ¿Es el espíritu una especie de instrumento orgánico, invariable como la mano, limitado como la vista? ¿Está por lo menos sujeto

a una evolución regular en relación con una evolución orgánica? Todas estas preguntas múltiples y enlazadas ponen en juego toda una filosofía, y deben dar un interés primordial al estudio de los progresos del pensamiento científico.

Si el concepto de límite del conocimiento científico parece claro a simple vista, es porque, desde un principio, lo apoyamos en afirmaciones realistas elementales. Así pues, para limitar el alcance de las ciencias naturales, se objetarán imposibilidades materiales, es decir imposibilidades espaciales. Se le dirá al sabio: ¡jamás alcanzarás los astros! ¡nunca podrás estar seguro de que un corpúsculo individido sea indivisible! Esta limitación tan material, tan geométrica, tan esquemática es la fuente de la *claridad* del concepto de las fronteras epistemológicas. Naturalmente hay muchas otras prohibiciones más relevantes pero igualmente brutales. Se objetará, por ejemplo, la imposibilidad de triunfar sobre la muerte, de conocer la esencia de la vida, la esencia del espíritu, la esencia de la materia. Poco a poco, de un modo más filosófico, se rodeará al pensamiento de una serie de posiciones presuntamente *esenciales*. En otras palabras, se impedirá al pensamiento discursivo la posibilidad de conocer las *cosas en sí* y se atribuirá a un pensamiento más intuitivo, más directo, pero no científico, el privilegio de los conocimientos ontológicos. Los partidarios de la limitación metafísica del pensamiento científico se permitirán poner *a priori* unos *confines que no tienen relación con el pensamiento que limitan.* Esto es tan cierto que el concepto oscuro de cosa en sí se utiliza casi inconscientemente para especificar las *imposibilidades* de las ciencias particulares. Así pues, el metafísico repetirá: no podéis decir qué es la electricidad en sí, la luz en sí, la materia en sí, la vida en sí.

Sin embargo no debemos dejarnos engañar por la falsa claridad de esta posición metafísica. De hecho, para

demostrar que el conocimiento científico es limitado, no basta con demostrar su incapacidad para resolver ciertos problemas, para llevar a cabo algunas experiencias, para hacer realidad algunos sueños humanos. Sería necesario poder circunscribir totalmente el campo del conocimiento, trazar un límite *continuo* infranqueable, marcar una frontera que *afecte* realmente el terreno limitado. Sin esta última precaución, se puede decir que la cuestión de la frontera del conocimiento científico no tiene interés alguno para la ciencia. El espíritu científico estaría entonces en condiciones de vengarse fácilmente. Podría argüir que *un problema insoluble es un problema mal planteado,* que una experiencia se describe como irrealizable cuando se sitúa la imposibilidad en el planteamiento. Demasiado a menudo el enunciado de una limitación implica una condena al fracaso porque el problema imposible impone ya un método defectuoso de resolución.

Insistamos en este punto y veremos cómo la constatación de una *imposibilidad* no es en absoluto sinónimo de limitación del pensamiento. Por ejemplo, el hecho de que no se pueda resolver la *cuadratura* del círculo no nos da la prueba de que la mente humana esté enferma. Esta imposibilidad demuestra, pura y simplemente, que el problema de la *cuadratura del círculo* está mal planteado, que los datos de geometría elemental no bastan para darnos la solución, que la palabra *cuadratura* implica ya un método viciado de solución. Hay que dejar pues al matemático la tarea de enunciar de nuevo la cuestión intuitivamente mal planteada. Hay que permitirle elaborar un método apropiado al planteamiento convenientemente rectificado. Para escabullir inmediatamente la dificultad se podría argumentar de modo análogo que el problema de la muerte es de alguna manera el problema de la cuadratura del círculo biológico y que se plantea mal si se pretende resolver a nivel humano, como por ejemplo la conservación de una personalidad de la que ni siquiera

tenemos la garantía de que en el curso de nuestra vida es una y permanente. Se nos pide que conservemos los que ni siquiera poseemos. Para resolver el problema insoluble de la muerte, se debe recurrir a transcendencias experimentales, a transcendencias biológicas, en el mismo sentido que el matemático que completa su material de explicación ante un nuevo objeto matemático.

Pero al seguir a su adversario en este terreno, el espíritu científico sólo tiende a mostrarnos que, si fuera preciso, sería un buen tramposo. En realidad el debate no es éste. No conviene discutir sobre prohibiciones lejanas y drásticas. Sólo la propia ciencia está capacitada para trazar sus propias fronteras. Sin embargo, para el espíritu científico, *trazar claramente una frontera significa franquearla.* La frontera científica es más una zona de pensamientos particularmente activos, un terreno de asimilación, que un límite. Al contrario, la frontera impuesta por el metafísico le parece al sabio una especie de frontera neutra, abandonada, indiferente. (*Concept de frontière,* VIII Congreso internacional de Filosofía, 1934.)

[5] Científicamente, la frontera del conocimiento sólo parece señalar una detención momentánea del pensamiento. Sería difícil dibujarla objetivamente. Parece que la limitación del pensamiento científico es más aceptable en términos de programa que de obstáculo absoluto, en términos de posibilidad que de imposibilidad. Sería deseable que cada ciencia pudiera proponer una especie de plan quinquenal.

Filosóficamente, todas las fronteras absolutas propuestas a la ciencia indican un problema mal planteado. Es imposible pensar profundamente en una imposibilidad. Cuando una frontera epistemológica parece clara se debe a que se otorga el derecho de decidir a propósito de las primeras instituciones. Ahora bien, las primeras instituciones deben rectificarse siempre. Cuando un método de investigación científica pierde su eficacia se debe

a que el punto de partida es demasiado intuitivo, demasiado esquemático, a que la base de organización es demasiado estrecha. El deber de la filosofía científica parece entonces muy claro. Hay que roer por todas partes las limitaciones iniciales, reformar el conocimiento no científico que entorpece siempre el conocimiento científico. La filosofía científica debe, de algún modo, destruir sistemáticamente los confines que la filosofía tradicional había impuesto a la ciencia. Hay que evitar que el pensamiento científico conserve restos de las limitaciones filosóficas. En resumen, la filosofía científica debe ser esencialmente una pedagogía científica. Así pues, a nueva ciencia, nueva pedagogía. Lo que más falta nos hace es una doctrina del saber elemental acorde con el saber científico. En resumen, los *a priori* del pensamiento no son definitivos. También ellos deben sufrir la transmutación de los valores tradicionales. Debemos realizar las condiciones *sine qua non* de la experiencia científica. Pedimos por consiguiente que la filosofía científica renuncie a la realidad inmediata y que ayude a la ciencia en su lucha contra las primeras instituciones. Las fronteras opresoras son fronteras ilusorias. *(Ibid.)*

III. LAS PREGUNTAS DEL EPISTEMÓLOGO

[6] A los filósofos les reclamamos el derecho a que nos sirvan elementos filosóficos separados de los sistemas en los que han nacido. La fuerza filosófica de un sistema está a veces concentrada en una función particular. ¿Por qué vacilar en proponer esta función particular al pensamiento científico que tanto necesita de principios de información filosófica? ¿Es un sacrilegio, por ejemplo, tomar un aparato epistemológico tan maravilloso como la categora kantiana y demostrar su interés por la organización del pensamiento científico?

Si un eclecticismo de las finalidades enreda indebidamente todos los sistemas, parece admisible un eclecticismo de los medios para una filosofía de las ciencias que quiera afrontar todas las tareas del pensamiento científico, que rendir cuentas de los distintos tipos de teoría, que quiera medir el alcance de sus aplicaciones, que quiera, ante todo, subrayar los distintos procedimientos del descubrimiento por muy arriesgados que sean. Pediremos también a los filósofos que abandonen la ambición de encontrar un único punto de vista y un punto de vista fijo para juzgar el conjunto de una ciencia tan amplia y cambiante como la física. Esto nos llevará a caracterizar

la filosofía de las ciencias con un pluralismo filosófico, el único capaz de informar elementos tan diversos de la experiencia y de la teoría, que están muy lejos de situarse al mismo nivel de madurez filosófica. Definiremos la filosofía de las ciencias como una filosofía dispersada, como *una filosofía distribuida.* Por el contrario, el pensamiento científico nos parecerá un método de dispersión muy ordenador, un método de análisis muy agudo, para los diversos filosofemas agrupados demasiado masivamente en los sistemas filosóficos.

Para los científicos, reclamamos el derecho a desviar por un instante la ciencia de su trabajo positivo, de su voluntad de objetividad para descubrir lo que queda de subjetivo en los métodos más severos. Empezaremos por plantear a los científicos preguntas aparentemente psicológicas y poco a poco le demostraremos que toda psicología es solidaria a los postulados metafísicos. El espíritu puede cambiar de metafísica, pero no puede pasarse sin ella. Preguntaremos pues a los científicos: ¿cómo pensáis, cuáles son vuestros tanteos, vuestros ensayos, vuestros errores? ¿Bajo qué impulso cambiáis de opinión? ¿Por qué sois tan sucintos cuando habláis de las condiciones psicológicas de una *nueva* investigación? Dadnos, sobre todo, vuestras ideas vagas, vuestras contradicciones, vuestras ideas fijas, vuestras convicciones sin pruebas. Os convertimos en realistas. ¿Podemos afirmar que esta filosofía masiva, sin articulaciones, sin dualidad, sin jerarquía, corresponde a la variedad de vuestros pensamientos, a la libertad de vuestras hipótesis? Decidnos lo que pensáis, no al salir del laboratorio, sino en las horas en que abandonáis la vida corriente para *entrar* en la vida científica. Dadnos no vuestro empirismo nocturno, sino el vigoroso racionalismo de las mañanas, el *a priori* de vuestra meditación matemática, la fogosidad de vuestros proyectos, vuestras intuiciones inconfesadas. Si pudiéramos extender así nuestra encuesta

psicológica, nos parece casi evidente que el espíritu científico también aparecería en una verdadera dispersión psicológica y, en consecuencia, en una verdadera dispersión filosófica, porque toda raíz filosófica nace en un pensamiento. Los diferentes problemas del pensamiento científico deberían pues recibir diferentes coeficientes filosóficos. En particular el balance de realismo y de racionalismo no sería el mismo para todas las nociones. En nuestra opinión las tareas precisas de la filosofía de las ciencias se plantearían al nivel de cada noción. Cada hipótesis, cada problema, cada experiencia, cada ecuación reclamaría su filosofía. Se debería crear una filosofía del detalle epistemológico, una filosofía científica *diferencial* que se complementara con la filosofía *integral* de los filósofos. Esta filosofía diferencial debería medir la perspectiva de un pensamiento. A grandes rasgos, la perspectiva de un pensamiento científico correspondería a una normalización, a la transformación de la forma realista en una forma racionalista. Esta transformación no es nunca total. Todas las nociones no se encuentran en el mismo momento de sus transformaciones metafísicas, Meditando filosóficamente sobre cada noción, se vería también más claramente el carácter polémico de la definición retenida, todo lo que esta definición distingue, suprime, rechaza. Las condiciones dialécticas de una definición científica distinta a la definición usual aparecerían entonces más netamente y se comprendería, en el detalle de las nociones, lo que llamaremos la filosofía del no. (*Philosophie,* prólogo, p. 10-13.)

Sección I

Las regiones de la epistemología

I. LA NOCIÓN DE REGIÓN EPISTEMOLÓGICA

[7] Ya que queremos caracterizar el racionalismo según su poder de aplicación y su poder de extensión, se hace (...) indispensable examinar los sectores particulares de la experiencia científica y buscar en qué condiciones estos sectores particulares reciben no sólo una autonomía sino también una autopolémica, es decir una capacidad crítica para las experiencias antiguas y una capacidad emprendedora para las nuevas experiencias. Esta tesis del racionalismo activo se opone a la filosofía empírica que da la idea como un resumen de la experiencia desprendiendo de la experiencia todos los *a priori* de la preparación. Se opone también a la filosofía platónica que enseña que las ideas declinan al aplicarse a las cosas. Al contrario, si se acepta nuestra propuesta de que la aplicación valoriza, la idea aplicada no es un simple retorno a la experiencia primitiva, aumenta la «distinción» del conocimiento en el sentido cartesiano del término. La idea no es una reminiscencia, sino más bien una preciencia. La idea no es un resumen, más bien es un programa. La edad de oro de las ideas no está tras el hombre, sino ante él. Volveremos a cada momento, sobre el valor de extensión de las nociones racionales. Las regiones del sa-

ber científico están determinadas por la *reflexión*. No están trazadas en una fenomenología de primera mano. En una fenomenología de primera mano, las perspectivas están afectadas por un subjetivismo implícito que deberíamos precisar si pudiéramos trabajar algún día en la ciencia del sujeto preocupado por cultivar los fenómenos subjetivos, determinando una fenomenotécnica de la psicología. Pero incluso si la perspectiva nos diera garantías de extraversión e indicara al ser pensante la dirección del saber seguramente objetivo, nada tendríamos para justificar la parcialidad del interés de conocimiento, interés que no sólo hace elegir al sujeto un sector particular sino que le obliga a persistir en su elección. Necesitamos pues sobrepasar las descripciones fenomenológicas que siguen estando, por principio, sometidas al ocasionalismo de los conocimientos. Todo se vuelve claro, transparente, recto, seguro, cuando este interés de conocimiento es el interés específico de los *valores* racionales.

De este modo, en contacto directo con el mundo de los fenómenos —al no haber actuado todavía el poder de eliminación—, las regiones del saber no se han constituido. Sólo pueden *delimitarse* en un primer dibujo si la capacidad de *discernir* ha fijado *razones* para *funcionar*. Nos encontramos siempre frente a la misma paradoja: el racionalismo es una filosofía que no tiene comienzo, siempre *vuelve a empezar*. Cuando lo definimos en una de sus operaciones, hace rato que ha empezado de nuevo. Es la conciencia de una ciencia rectificada, de una ciencia marcada por la acción humana, por la acción reflexionada, laboriosa, normalizadora. El racionalismo sólo considera al universo como tema de progreso humano, en términos de *progreso del conocimiento*. Un poeta lo ha captado con la audacia de sus imágenes: sólo cuando Cristóbal Colón descubrió América, la Tierra convencida de que era redonda se puso por fin a dar vueltas [1].

1. Luc Decaunes, *Les idées noires*, p. 246.

Entonces se detuvo la rotación de los cielos, las estrellas fijas se convirtieron —durante los cuatro siglos que esperaron a Einstein— en señales de un espacio absoluto.

Y todo porque un barco se marchó en dirección contraria hacia el país de las especias. Era necesario que el hecho de la rotación de la Tierra se convirtiera en un pensamiento *racional,* un pensamiento que se aplicase en terrenos distintos para que fueran destruidas todas las pruebas de la inmovilidad de la Tierra encontradas en la experiencia común.

De este modo los hechos se encadenan tanto más sólidamente por cuanto están implicados en una red de *razones.* Los hechos heteróclitos reciben su estatuto de *hechos científicos* por su encadenamiento, concebido racionalmente. El girar de la tierra es antes una *idea* que un *hecho.* Este hecho no tiene, en un principio, ningún rasgo empírico. Hay que colocarlo en el lugar que le corresponde en un *terreno racional de ideas* para poder afirmarlo. Hay que comprenderlo para aprehenderlo. Si Foucault busca, con el péndulo del Panthéon, una prueba *terrestre* de este hecho *astronómico,* es debido a que un largo preámbulo de pensamientos científicos le ha dado la idea de esta experiencia. Y cuando Poincaré dice que en una tierra cubierta por las nubes los hombres habrían podido descubrir la rotación de la tierra por la experiencia de Foucault, no hace más que dar un ejemplo de *racionalismo recurrente* que responde a la fórmula: se *hubiera podido,* se *hubiera debido* preveer, lo que nos lleva otra vez a definir el pensamiento racional como una preciencia.

Pero con un ejemplo tan escolar, tan escolarizado como la rotación de la Tierra, la revolución estrictamente epistemológica que proponemos para poner a plena luz al racionalismo (el orden de las razones) y en posición subalterna al empirismo (el orden de los hechos) puede parecer una simple paradoja. De las enseñanzas cientí-

ficas de la escuela, recordamos los hechos, olvidamos las razones y de este modo la «cultura general» queda abandonada al empirismo de la memoria. Necesitamos encontrar ejemplos más modernos con los que se pueda seguir el esfuerzo efectivo de instrucción.

Deberemos demostrar que las regiones de lo racional en las ciencias físicas se determinan en una experimentación monumental del fenómeno. Es ahí y no en la superficie de los fenómenos, donde se puede sentir la sensibilidad de la adaptación racional. Las estructuras racionales son más visibles en segunda posición que a simple vista; reciben realmente su perfectibilidad cuando se alcanzan los modelos experimentales de segunda aproximación o, al menos, cuando se designa racionalmente a la ley por encima de sus fluctuaciones. Si una organización de pensamiento no puede ser la explicación de un progreso del pensamiento no es aún una organización racional. A ello se debe que una segunda aproximación dé a menudo a una noción tan concretada el carácter de racionalidad. Desde el momento en que aparece la segunda aproximación, el conocimiento va acompañado *necesariamente* de una conciencia de perfectibilidad. El conocimiento de segunda aproximación nos demuestra que el conocimiento se *valoriza*. Si esta segunda aproximación comporta problemas de método, es decir problemas que exigen discusiones racionales, se manifiestan los valores apodícticos. Es en este sentido que el racionalismo aplicado debe situarse al nivel de una filosofía comprometida, tan profundamente comprometida que ya no es esclava de los intereses de un primer compromiso. El racionalismo se realiza al despejar los intereses inmediatos, se sitúa en el reino de los valores reflexionados, o lo que es lo mismo el reino de la reflexión sobre los valores de conocimiento. (*Rationalisme,* p. 121-124.)

II. EPISTEMOLOGÍA DE LA FÍSICA

A. LA "PROVOCACIÓN" RELATIVISTA

1. «ESTA NOVEDAD ES UNA OBJECIÓN...»

[8] Uno de los caracteres exteriores más evidentes de las doctrinas relativistas es su novedad. Sorprendente incluso al filósofo, convertido súbitamente, frente a una construcción tan extraordinaria, en campeón del sentido común y de la simplicidad. Esta novedad se convierte así en una objeción, en un problema. ¿No es ya una prueba de que el sistema no está enteramente contenido en estos postulados, dispuesto a la explicación, apto a la deducción, sino que, por el contrario, el pensamiento que los anima se sitúa decididamente frente a una tarea constructiva en la que busca los complementos, las adiciones, toda la diversidad que hace surgir la preocupación de la precisión? Dicho de otro modo, la novedad relativista no es estática por esencia; no son las cosas las que nos sorprenden, sino el espíritu el que construye su propia sorpresa y cae en el juego de las preguntas. La relatividad es algo más que la renovación definitiva del modo de pensar el fenómeno físico, es un método de descubrimiento

progresivo. Históricamente hablando, la aparición de las teorías relativistas es igualmente sorprendente. Si existe una doctrina que no explique los antecedentes históricos es sin duda la de la relatividad. Podemos decir que la primera duda relativista la planteó Mach. Pero se trata sólo de una duda escéptica; no es en absoluto una duda metódica, susceptible de preparar un sistema (...). En suma, la relatividad sólo se relaciona con la historia al ritmo de una dialéctica. Se plantea oponiéndose. Explota el término descuidado hasta entonces de una alternativa inicial. Se explica, pues, que rompa con una enseñanza y unas costumbres particularmente sólidas y que aparezca como verdaderamente extraordinaria. (*Valeur inductive.* Intr., p. 5-7).

[9] La relatividad se ha (...) constituido como un sistema de relación abierto. Violentando costumbres —e incluso leyes— del pensamiento, nos hemos dedicado a interpretar la relación independientemente de los términos relacionados, a postular más las relaciones que los objetos, a dar sólo un significado a los miembros de una ecuación en virtud de esta ecuación, tomando así los objetos como extrañas funciones de la función que los relaciona. Todo para la síntesis, todo a través de la síntesis, éste ha sido el objetivo, éste ha sido el método. Elementos que la sensación presentaba en un estado de análisis que bien podemos, por diversas razones, calificar de naturales, han sido relacionados y sólo han tomado sentido a partir de esta relación. Se ha alcanzado así un fenómeno de orden casi matemático que se aparta tanto de las tesis de lo absoluto como de las del realismo. ¡Qué ejemplo mejor que el de la fusión matemática del espacio y del tiempo! Esta unión lo tiene todo contra sí: nuestra imaginación, nuestra vida sensorial, nuestras representaciones; sólo vivimos el tiempo olvidando el espacio, sólo comprendemos el espacio deteniendo el curso del tiempo.

Sin embargo el espacio-tiempo tiene su propia álgebra. Está en relación total y pura. Es pues el fenómeno matemático esencial.

La relatividad sólo ha podido concebir su desarrollo en la atmósfera de una matemática perfeccionada; es por ello que a la doctrina le falta antecedente. (*Valeur inductive*, cap. III, p. 98-99.)

2. Devaluación de las «ideas primeras»

[10] A diferencia de la astronomía general la relatividad no ha arrancado a partir de la figura del mundo. Ha nacido de una reflexión sobre los conceptos iniciales, de poner en duda las ideas evidentes, de un desdoblamiento funcional de las ideas simples. Por ejemplo, ¿hay algo más inmediato, más evidente, más simple que la idea de simultaneidad? Los vagones del tren arrancan todos simultáneamente y los raíles son paralelos: ¿no tenemos ahí una doble verdad que ilustra a la vez las dos ideas primitivas de paralelismo y de simultaneidad? La relatividad atacará sin embargo el primitivismo de la idea de simultaneidad, del mismo modo que la geometría de Lobatchewsky atacó el primitivismo de la idea de paralelismo. Por una exigencia súbita el físico contemporáneo nos pedirá que asociemos a la idea pura de simultaneidad la experiencia que debe demostrar la simultaneidad de ambos acontecimientos. De esta sorprendente exigencia ha nacido la relatividad.

El relativista nos provoca: ¿cómo utilizáis vuestra idea simple?, ¿cómo demostráis la simultaneidad?, ¿cómo la conocéis?, ¿cómo os proponéis que la conozcamos, si no adoptamos vuestro sistema de referencia? En definitiva, ¿cómo hacéis funcionar vuestro concepto?, ¿en qué análisis experimentales la implicáis?, pues en la implicación de los conceptos en el análisis está el verdadero sen-

tido de la experiencia. Y una vez dadas las respuestas, cuando hemos imaginado un sistema de señales ópticas para que diferentes observadores puedan convenir una simultaneidad, el relativista nos obliga a incorporar nuestra experiencia en nuestra conceptualización. Nos recuerda que nuestra conceptualización es una experiencia. El mundo es entonces menos nuestra representación que nuestra verificación. En adelante, un conocimiento discursivo y experimental de la simultaneidad deberá ir ligado a la presunta intuición que nos ofrecía de repente la coincidencia de ambos fenómenos al mismo tiempo. El carácter primitivo de la idea pura no se mantiene. La idea simple sólo se conoce en composición, por su papel en las composiciones en que se integra. Esta idea que se creía primero no se basa ni en la razón ni en la experiencia. Como señala Brunschvicg[1], «ni podría ser definida lógicamente por la razón suficiente, ni constatada físicamente bajo una forma positiva. En el fondo es una negación; acaba por negar que se necesite un cierto tiempo para la propagación de la acción de señalización. Comprendemos entonces que la noción de tiempo absoluto, o más exactamente la noción de la medida única del tiempo, es decir de una simultaneidad independiente del sistema de referencia, no sólo debe su apariencia de simplicidad y de inmediata realidad a una falta de análisis». (*Nouvel Esprit,* cap. II, p. 43-44.)

3. «La objetivación de un pensamiento en busca de lo real...»

[11] Si intentamos ahora recoger y juzgar las garantías de realidad de las doctrinas de la relatividad, no podremos impedir la sensación de que son bastante escasas y que se basan en fenómenos poco numerosos y de agu

1. Brunschvicg, *L'experience humaine et la causalité physique,* p. 408.

deza desconcertante. Los realizadores se apartan de estas doctrinas, porque según ellos la realidad no puede esperar, hay que cogerla inmediatamente en su primer fenómeno y comprobarla con las dimensiones de la experiencia positiva. De este modo la experiencia es apremiante y perentoria. Por el contrario los relativistas pretenden hacer un sistema de su libertad espiritual y organizar su prudencia: en primer lugar sólo quieren aprender de los caracteres completamente asimilables por sus métodos de referencia, confesando pues que no están dispuestos a ligarse a *toda* la realidad; además pondrán todo su interés en relacionar los fenómenos con los razonamientos suficientes, haciendo prevalecer la objetivación sobre la objetividad.

Efectivamente, es erróneo querer ver en lo real la *razón* determinante de la objetividad, cuando en realidad sólo se puede aportar la *prueba* de una objetivación correcta. «La presencia de la palabra real, como muy bien dice Campbell, significa siempre el peligro de confundir el pensamiento.» Si se quiere conservar la clarividencia hay que conseguir plantear el problema sistemáticamente en términos de objetivación, más que en términos de objetividad. Determinar un carácter objetivo no significa definir un absoluto, sino probar que se aplica correctamente un método. Se argumentará que el carácter descubierto es objetivo porque pertenece al objeto, y que sólo se proporcionará la prueba de su objetividad con relación a un método de objetivación. La razón expuesta es gratuita, la prueba, por el contrario, es positiva. Creemos, pues, que es mejor no hablar de una objetivación de lo real sino de la objetivación de un pensamiento en busca de lo real. La primera expresión conduce a una metafísica, la segunda es más susceptible de seguir el esfuerzo científico de un pensamiento. Precisamente la relatividad (...) nos parece uno de los esfuerzos más metódicos del pensamiento para alcanzar la objetividad.

Esta modificación en la dirección del proceso de objetivación viene a decirnos que el problema de la veracidad de una doctrina no deriva del problema de su realidad, sino que, por el contrario, se debe juzgar la realidad en función de una organización de pensamiento que ya ha dado pruebas de su valor lógico. Campbell indicó este orden filosófico en términos particularmente claros. Situándose en el mismo punto de vista que el físico se preguntaba si la relatividad pretende descubrir la verdadera naturaleza real. Esta es una pregunta a la que hay que responder con preguntas. Estas son las preguntas primordiales[1]: «¿Creen los físicos (no menciono a los matemáticos o a los filósofos) en la realidad de alguna cosa por otras razones que el hecho de que esta cosa resulte de la concepción de una ley verdadera o de una teoría verdadera? ¿Tenemos alguna razón para afirmar que las moléculas son reales, sino por el hecho de que la teoría molecular es verdadera, verdadera en el sentido que predice exactamente e interpreta las predicciones en términos de ideas aceptables? ¿Hemos tenido otra razón para decir que el trueno y el relámpago se producen realmente en el mismo momento, que la concepción de simultaneidad, que nos dice que esta afirmación es cierta, y hace posible medir los intervalos de tiempo? Cuando hayamos respondido a estas preguntas, se podrá discutir si la relatividad nos dice alguna cosa sobre el tiempo real y sobre el espacio real».

Es así como se ve, provocado por un físico, el problema filosófico de las relaciones entre lo verdadero y lo real. Proponemos que se formule del modo siguiente: ¿Cómo lo verdadero puede preparar lo real, o incluso, en cierto sentido, cómo lo verdadero puede convertirse en real? En efecto, formulado así el problema parece más susceptible de recoger la importante contribución apor-

1. CAMPBELL, Theory and experiment in Relativy (apud *Nature*, 17 febr. 1921).

tada por la relatividad. Evidentemente, la doctrina relativista aparece como verdadera antes de aparecer como real, se refiere largo tiempo a sí misma para poder estar primero segura de sí. Se trata de una duda provisional más metódica aún y especialmente más activa que la duda cartesiana, pues prepara y funda una verdadera dialéctica matemática. Por otra parte no se ve en absoluto lo que la prueba experimental podría hacer contra esta duda esencialmente constructiva erigida en sistema de tal coherencia matemática. Una vez iniciados en la relatividad, nos damos cuenta de que en la construcción debe situarse antes lo apodíptico que lo asertórico. Antes que nada hay que tomar conciencia de la necesidad constructiva y obligarse a rechazar, como dice Sir Lodge, todo aquello que no nos parezca necesario. La construcción de lo real necesita más la prueba de la necesidad que la necesidad misma: la construcción de lo real no puede confiarse sólo a una necesidad que provenga de la realidad, es preciso que el pensamiento constructivo reconozca su propia necesidad. Como contrapartida asegurar la construcción por una realidad ya acabada sólo puede y debe ser supererrogatorio. (*Valeur inductive,* cap. VIII, p. 242-246.)

4. El desconocimiento realista

[12] En primer lugar lo que debe llamarnos la atención, es la rapidez con que el realista recurre a las experiencias propiamente geométricas. Apremiadle un poco. Objetadle que conocemos pocas cosas sobre esta realidad que pretende tomar como un dato. El realista asentirá; pero responderá inmediatamente: «Qué importancia tiene que no sepamos qué es el objeto; sabemos de todas maneras que el objeto *es* ya que *está ahí;* tanto usted como yo, siempre podemos encontrarlo en una región determinada del espacio.» El lugar aparece como la pri-

mera cualidad existencial, la cualidad por la que también todos los estudios deben acabar con la garantía de la experiencia positiva. ¿Podría hablarse de una realidad que estuviera en todas partes? Es lo mismo decir que no estaría en ninguna parte. De hecho el espacio es el medio más seguro para las diferenciaciones y el realista, al menos en las polémicas, se basa siempre en la designación de objetos diferenciados especialmente. Cuando el realista haya asegurado la raíz geométrica de su experiencia localizadora, aceptará fácilmente el carácter no objetivo de las cualidades sensoriales e incluso de las cualidades relacionadas más directamente con la geometría de la localización. Por ejemplo, el realista abandonará la discusión acerca de la forma y del volumen. Atribuyendo la voluminosidad a todas las sensaciones, conseguirá una metáfora cuya objetividad no podrá garantizar[1]. Consentirá que el objeto aguante mal su figura, que sea deformable, comprimible, poroso, huidizo. Pero, al menos, *aunque sea por un solo punto*, el objeto estará retenido en la existencia geométrica, y esta especie de centro de gravedad ontológica se presentará como la raíz de la experiencia topológica. (*Experience*, cap. I, p. 5-6.)

B) HISTORIA EPISTEMOLÓGICA DEL «ELECTRISMO»

1. El empirismo del siglo XVIII

[13] Leyendo los numerosos libros consagrados a la ciencia eléctrica en el siglo XVII, el lector moderno se dará cuenta, según nuestra opinión, de la dificultad que supuso abandonar lo pintoresco de la primera observación, desteñir el fenómeno eléctrico, despojar la experiencia de

1. Cf. W. James, *Précis de psychologie*, trad. p. 443.

sus aspectos parásitos, irregulares. Veremos entonces como la primera influencia empírica no da siquiera el *dibujo exacto* de los fenómenos, ni siquiera una descripción ordenada, jerarquizada de los fenómenos.

Aceptado el misterio de la electricidad —y siempre se acepta muy rápidamente un misterio como éste—, ésta daba lugar a una «ciencia» fácil, muy cercana a la historia natural, alejada de los cálculos y teoremas que, desde Huyghens, desde Newton, invadían poco a poco la mecánica, la óptica, la astronomía. Priestley escribe todavía en un libro traducido en 1771: «Las experiencias eléctricas son las más claras y agradables de las que ofrece la física.» Así pues, estas doctrinas primitivas que trataban de problemas tan complejos, se presentaban como doctrinas fáciles, condición indispensable para que fueran divertidas, para que interesaran a un pueblo mundano. O para hablar filosóficamente, estas doctrinas se presentaban marcadas por un *empirismo evidente e innato.* ¡Es tan agradable para la pereza intelectual encerrarse en el empirismo, llamar hecho a un hecho e impedir la búsqueda de una ley! Todavía hoy todos los malos alumnos de la clase de física «comprenden» las fórmulas empíricas. Creen fácilmente que todas las fórmulas, incluso las que se desprenden de una teoría bien organizada, son fórmulas empíricas. Imaginan que una fórmula es sólo un conjunto de números que esperan y que basta con aplicarlos a cada caso particular. Además, el empirismo de la primera electricidad, ¡es tan seductor! Se trata de un empirismo no sólo evidente, sino incluso *en colores.* No es necesario comprenderlo, simplemente hay que verlo. Para los fenómenos eléctricos el libro del mundo es un libro de imágenes. Hay que hojearlo sin esperar ninguna sorpresa. ¡Parece tan claro que en este terreno, nunca se hubiera podido preveer lo que se ve! Priestley dice acertadamente: «Cualquiera que hubiera llegado (a prever la conmoción eléctrica) por algún razonamiento, habría sido

considerado como un gran genio. Sin embargo los descubrimientos eléctricos se deben tanto al azar que las fuerzas de la naturaleza provocan más nuestra admiración que los resultados de la genialidad»; sin duda Priestley relaciona siempre todos los descubrimientos científicos con el azar. Incluso cuando se trata de sus descubrimientos personales, perseguidos pacientemente con una ciencia muy notable de la investigación química, Priestley se permite el lujo de borrar los lazos teóricos que le han conducido a experiencias fecundas. Tiene tal voluntad de filosofía empírica que el pensamiento queda reducido a una especie de causa ocasional de la experiencia. Si escuchamos a Priestley el azar es quien lo ha hecho todo. Para él, la muerte supera a la razón. Concedámoslo todo al espectáculo. No nos ocupemos del físico, sólo es el director de la obra. Lo mismo ocurre en nuestros días, cuando la astucia del investigador, el rasgo genial del teórico despiertan admiración. Y para dejar claro que el origen del fenómeno provocado es humano, el nombre del investigador queda ligado —sin duda eternamente— al *efecto* que ha construido. Así ocurre con el efecto Zeeman, el efecto Stark, el efecto Raman, el efecto Compton o incluso con el efecto Cabannes-Daure que podría servir de ejemplo de un *efecto* de algún modo *social*, producido por la colaboración de los espíritus.

El pensamiento precientífico no se empeña en estudiar un fenómeno bien circunscrito. *No busca la variación sino la variedad.* Y éste es un rasgo particularmente característico: la búsqueda de la variedad arrastra al espíritu de un objeto a otro, sin método; el espíritu sólo apunta entonces hacia la extensión de los conceptos; la búsqueda de la variación se liga a un fenómeno particular, intenta objetivar todas las variables, comprobar la sensibilidad de las variables. Enriquece la comprensión del concepto y prepara la matematización de la experiencia. Pero veamos el espíritu precientífico buscando la variedad. Basta

con recorrer los primeros libros sobre electricidad para sorprendernos del carácter heteróclito de los objetos en los que se buscan las propiedades eléctricas. Sin hacer de la electricidad una propiedad general, de un modo paradójico se la considera a la vez una propiedad excepcional pero ligada a las substancias más diversas. En primera fila —naturalmente —las piedras preciosas; luego el azufre, los residuos de calcinación y de destilación, los belenites, los humos, la llama. Se intenta relacionar la propiedad eléctrica y las propiedades de primer aspecto. Una vez hecho *el catálogo* de las substancias susceptibles de ser electrizadas, Boulanger saca la conclusión de que «las substancias más frágiles y más transparentes son siempre las más eléctricas» [1]. Siendo la electricidad un principio *natural,* se creyó por un momento que pudiera ser un medio para distinguir los diamantes buenos de los falsos. El espíritu precientífico pretende siempre que el producto natural sea más rico que el producto artificial. (*Formation,* cap. I. I, p. 29-31.)

[14] La botella de Leyde provocó un verdadero asombro.[2] «A partir del mismo año en que fue descubierta, hubo muchas personas en casi todos los países del mundo que se ganaron la vida yendo de aquí para allá mostrándola. La gente vulgar de todas las edades, sexos y categorías observaban este prodigio de la naturaleza con sorpresa y asombro» [3]. «Un emperador podría contentarse con la renta que supone las sumas que en chelines y calderilla se pagaron para ver realizar la experiencia de Leyde.» En el transcurso del desarrollo científico encontraremos la utilización foránea de algunos descubrimientos. Sin embargo esta utilización es ahora insignificante. Los que hacían demostraciones de

1. PRIESTLEY, *Histoire de l'électricité,* 3 vol., París, 1771, t. I, p. 237.
2. PRIESTLEY, *Histoire de l'électricité,* t. I, p. 156.
3. *Loc. cit.,* t. III, p. 122.

rayos X, hace treinta años, a los directores de escuela para ofrecerles alguna novedad en la enseñanza, no hacían fortunas imperiales. Parece que en la actualidad han desaparecido totalmente. De aquí en adelante un abismo separa, al menos en las ciencias físicas, al charlatán y al sabio.

En el siglo XVIII, la ciencia interesa a todos los hombres cultivados. Se cree por instinto que un despacho de historia natural y un laboratorio se montan como una biblioteca, a voluntad; se tiene confianza: se espera que las casualidades del hallazgo individual se coordinen entre sí. ¿Acaso la naturaleza no es coherente y homogénea? Un autor anónimo, posiblemente el abate de Mangin, presenta su *Historia general y particular de la electricidad* con un subtítulo muy sintomático: «O lo que sobre ella han dicho, de curioso y divertido, de útil e interesante y jocoso, algunos físicos de Europa.» Subraya el interés mundano de su obra, pues al estudiar sus teorías, se podrá decir algo claro y preciso sobre los diversos debates que surgen cada día en todo el mundo, y acerca de los cuales incluso las señoras son las primeras en preguntar... Tal caballero a quien antes bastaba con un hilo de voz y una buena figura para hacerse un nombre en los círculos, se ve obligado actualmente de saber al menos algo sobre Réamur, Newton, Descartes»[4] (*Formation,* cap. I, I, p. 33.)

2. «DESREALIZACIÓN» DEL FENÓMENO ELÉCTRICO

[15] Los *progresos* del conocimiento de los fenómenos eléctricos han puesto en evidencia una verdadera *desrealización*. Ha sido preciso *separar* el fenómeno eléctrico

4. Sin nombre del autor, *Histoire générale et particulière de l'électricité,* 3 partes, París, 1752; 2.ª parte, pp., 2 y 3.

de las especificaciones materiales que parecían ser su condición básica. Hasta fines del siglo XVIII, la electricidad fue considerada como una *propiedad* de ciertas substancias. Se estudió como una historia natural que colecciona substancias, incluso después de iniciado el primer esfuerzo de distinción de los fenómenos, una vez reconocidos no sólo los fenómenos de atracción, sino también los de repulsión, no se pudo mantener la designación de las dos electricidades como *cristalina y resinosa*. Filosóficamente estas designaciones son erróneas. A partir de 1753 Canton reconoció (Mascart, *Traité d'electricité statique*, t. I, p. 14) «que una barra de vidrio esmerilado cogía electricidad resinosa si se la frotaba con franela y electricidad cristalina con una tela de seda oleosa y seca». Las condiciones en que se realiza el frotamiento pueden modificar totalmente los fenómenos.

Hegel señaló este movimiento epistemológico *(Filosofía de la naturaleza)*: «Sabemos que la diferencia de la electricidad, que en un principio se relacionó con determinados objetos empíricos —el cristal y la resina, que provocaron la electricidad cristalina y la electricidad resinosa— se ha idealizado y transformado en una diferencia especulativa *(Gedankenunterschied)*, en electricidad positiva y electricidad negativa, a medida que la experiencia se ha ampliado y completado. Ahí tenemos el ejemplo que demuestra de un modo notable cómo el empirismo, que en un principio, pretende coger y fijar lo general en una forma sensible, acaba por suprimir él mismo esa forma.»

Y Hegel insiste a su manera al señalar «que la naturaleza física y concreta del cuerpo se introduce muy poco en la electricidad».

La designación de los cuerpos en idio-eléctricos y en aneléctricos tampoco puede mantenerse. Se admitió que si la electricidad no se manifestaba en los metales frotados era debido a que la electricidad producida se derramaba por la mano del investigador hasta el suelo. Bastó

con poner una manga aislante para que la electricidad apareciera sobre el metal.

De un modo definitivo, como indica Mascart (t. I, p. 90): Coulomb verificó que la electricidad no se extiende en ningún cuerpo por afinidad química o por una atracción electiva, sino que se reparte entre diversos cuerpos puestos en contacto, independientemente de su naturaleza y únicamente debido a sus formas y dimensiones».

En suma, desde fines del siglo XVIII, todas las referencias interioristas habían sido eliminadas paulatinamente. El uso de cristal, y de resina del azufre para producir electricidad, sólo había sido determinado por razones de comodidad [1] (*Rationalisme*, cap. VIII, p. 144-145.)

3. Formación del concepto «Capacidad eléctrica»

[16] Vamos a seguir con algún detalle, para poder dar un ejemplo muy simple, la actividad conceptualizante que constituye la noción de capacidad eléctrica. Este ejemplo bastará para demostrar que la conceptualización en el pensamiento científico no está suficientemente caracterizada si tomamos únicamente el punto de vista del empirismo. Después de recordar la formación *histórica* del concepto de capacidad eléctrica, pasaremos a ver la formación *epistemológica* de este concepto, insistiendo en sus distintos valores prácticos. Creemos así, poder definir un *nuevo conceptualismo* que estará situado precisamente en esta zona intermedia, entre el nominalismo y el realismo, en la que agrupamos todas las consideraciones epistemológicas.

Podríamos resumir el primer aspecto con el título: de la botella de Leyde al condensador.

1. Estas consideraciones sólo afectan a la electricidad estática. La electricidad voltaica distingue los metales según las fuerzas electromotrices que aparecen en su contacto.

Apenas podemos hoy imaginarnos el interés prodigioso despertado en el siglo XVIII por los fenómenos de la botella eléctrica. Según Tiberio Cavallo, el gran descubrimiento realizado «en el año memorable 1745 de esta botella maravillosa» «dio a la electricidad un nuevo aspecto» (*Traité complet d'électricité,* trad. 1785, p. XXIII). Cuando hoy, por recurrencia, se reencuentra en la botella de Leyde las características de un condensador, se olvida que este condensador fue primitivamente una verdadera botella, un objeto de la vida corriente. Sin duda, esta botella tenía *particularidades* que debían molestar al espíritu atento a las significaciones *comunes;* sin embargo el psicoanálisis de las significaciones no es tan fácil como postulan los espíritus científicos convencidos de su instrucción. De hecho, la noción de capacidad es una noción difícil de enseñar a los espíritus jóvenes y en este punto, como en tantos otros, la historicidad acumula las dificultades pedagógicas. Intentemos ver trabajando a un espíritu reflexivo del siglo XVIII.

En primer lugar, no debemos olvidar las ideas claras, las ideas que se comprenden inmediatamente. Por ejemplo, que el armazón interno se acabe con un gancho, cosa muy *natural* si tenemos en cuenta que la botella debe colgarse en la barra de cobre de la máquina de Ramsden. También puede *comprenderse* fácilmente la función de la cadena de cobre, que va desde el gancho hasta las hojas metálicas que tapizan el interior de la botella, porque ya se sabía entonces que los metales son los mejores transmisores de electricidad. Esta cadena es el principio *concreto* de la conducción eléctrica. Proporciona un sentido *eléctricamente concreto* a la afirmación abstracta: *hacer una cadena* entre diez personas para transmitir la descarga eléctrica. El gancho, la cadena metálica, la cadena de manos que sentirán la conmoción eléctrica, son elementos fácilmente integrados en la fácil imagen de la *botella eléctrica.* Acumulando tales ingenuidades nos arriesgamos a

cansar al lector instruido. Sin embargo, nos encontramos ante el problema del conflicto entre *significados:* significado usual y significado científico. Hay que *objetivar* los fenómenos científicos *a pesar* de las características de los objetos corrientes. Hay que determinar lo *abstracto-concreto,* borrando los primeros aspectos, los primeros significados. Si prestáramos atención a la fenomenología del pedagogismo, reconoceríamos la nociva importancia de las convicciones primitivas. De hecho, en el ejemplo tan sencillo que proponemos, podemos ver cómo la integración fácil comporta pensamientos *oscuros,* que se asocian a las pobres ideas, demasiado claras, que enumeramos. De este modo se forma una monstruosidad pseudocientífica que deberá ser psicoanalizada por la cultura científica.

Basta una palabra para designar la monstruosidad que prolifera en el terreno de las falsas explicaciones del conocimiento vulgar: la botella de Leyde no es una *botella.* No tiene ninguna, absolutamente ninguna, de las funciones de botella. Entre una botella de Leyde y una botella de Schiedam [1], hay las mismas diferencias que entre un perro de caza y un perrillo de fusil.

Para salir del atolladero cultural al que nos llevan las palabras y las cosas, es necesario que se comprenda que la *capacidad* de la botella de Leyde no es la *capacidad* de un recipiente, pues no *contiene* realmente la electricidad en función de su *tamaño* y sus *dimensiones* no se apreciarán en función de la avidez de un bebedor.

¡Y sin embargo cuando más *grande* es la botella de Leyde, más fuerte es con la misma máquina de Ramsden la conmoción eléctrica! ¿De dónde procede la relación tamaño y conmoción?

La respuesta a esta primera pregunta concreta es la

1. Me señalan que hay gentes tan ignorantes que no saben que el Schiedam es uno de los mejores alcoholes holandeses.

siguiente: si la botella es *grande*, la *superficie* del armazón es *grande*. El tamaño de la superficie del armazón es la primera *variable técnica*.

Naturalmente, los primeros *técnicos* conocieron inmediatamente el papel de las superficies ya que *recubrieron* el interior y el exterior de la botella con láminas metálicas. Es necesario que la noción de *superficie activa* quede muy clara para poder excluir cualquier referencia confusa al *volumen* de la botella. La botella eléctrica adquiere «una capacidad» a través de su superficie, a través de la superficie *de un* armazón.

Otro factor menos aparente interviene pronto, se trata del grosor del cristal. Cuanto más delgado es el cristal, mayor es la *capacidad*. Sin embargo, no se pueden coger cristales demasiado delgados, pues la descarga eléctrica podría atravesarlos. Se intenta obtener *técnicamente* cristales muy regulares, sin burbujas internas. *El grosor* del cristal es la segunda variable técnica.

Por último se reconoce la influencia de un tercer elemento más encubierto. Si sustituimos el cristal por otra materia, descubriremos que cada material tiene una propiedad específica, que algunas materias producen fenómenos más fuertes que otras. Sin embargo, esta referencia a un poder dieléctrico específico, sólo puede ocurrir cuando se han obtenido algunos medios, más o menos simples, para medir. Volta comparaba la *capacidad* de dos conductores contando el número de vueltas de una máquina eléctrica que daba a cada uno de los conductores su carga máxima. Serán necesarias medidas más precisas para que el factor K, que especifica la acción particular de lo dieléctrico en su condensación, quede bien determinado. (*Rationalisme*, cap. VIII, p. 147-149.)

4. La «fórmula» del condensador

[17] Hemos hecho ya un esbozo suficiente de la prehistoria empírica de los *condensadores* eléctricos, y hemos obtenido las variables técnicas que nos permitirán una instrumentación más libre. En vez de un condensador particular como la botella de Leyde, podemos ahora examinar condensadores de las formas más diversas. Un condensador estará formado por dos láminas metálicas separadas por un aislante (que puede ser el aire). La palabra *condensador* también puede integrarse en una significación científica, hay que desprenderla de su sentido usual. En realidad, un condensador eléctrico no *condensa* la electricidad: recibe la cantidad de electricidad que le será proporcionada por las leyes que esquematizaremos seguidamente.

Ya hemos prevenido contra la acepción usual de la palabra *capacidad*. La teoría nos aclarará pronto este concepto. Pero, si fuera preciso explicar un poco la palabra de entrada, sugeriríamos que se utilizara en el sentido de *diploma de capacidad*. Por su capacidad, un condensador —o de modo más general un conductor aislado— es capaz de reaccionar de un modo determinado en las condiciones que precisaremos [1].

¡La aparición de la fórmula que da la capacidad de un *condensador* supone un verdadero rayo de luz! Todo lo que hemos contado acerca de las dificultades psicológicas de los primeros accesos a la ciencia se convierte,

1. Chwolson, *Traité de physique*, t. IV, 1er. fascículo, 1910, p. 92: "La palabra *capacidad* se ha tomado prestada, por analogía, de la teoría del calor, pero es importante señalar que, mientras la capacidad calorífica de un cuerpo sólo depende de la naturaleza y del peso de este cuerpo, la capacidad eléctrica de un conductor no depende ni de su naturaleza, ni de su peso, únicamente de su forma externa." La comparación de la capacidad eléctrica y de la capacidad calorífica es pedagógicamente muy mala. Si la historia de las ciencias es tan difícil de presentar en su contenido psicológico es debido a que nos remite a concepciones científicas implicadas aún en sus concepciones usuales.

de pronto, en algo psicológicamente caduco. En virtud de este racionalismo que se constituye en una fórmula se pueden criticar con razón nuestras preocupaciones de psicoanalista del conocimiento científico. Pero no escribimos sólo para los *racionalistas convencidos*, para los racionalistas que han comprobado las coherencias del pensamiento científico. Tenemos que asegurar, pues, nuestra retaguardia, debemos estar seguros de no dejar detrás nuestro rastros de irracionalismo. Por este motivo, en el caso concreto que estudiamos, hemos querido dar toda la psicología de borrador indispensable para basar racionalmente la ciencia física.

Ésta es la fórmula que puede ser ahora el punto de partida de una racionalización de la *condensación* eléctrica:

$$C = \frac{KS}{4 \pi e}$$

S = superficie de un armazón (dejando muy claro que el otro armazón debe tener, milimétricamente, la misma superficie); e= grosor del aislante (que se supone muy uniforme); K = poder dieléctrico del aislante (que se supone muy homogéneo).

En esta fórmula el estudio filosófico del factor K nos permitirá reanimar el debate entre el empirismo y el ra-

---

He aquí un ejemplo en el que la palabra *capacidad* está entre los dos significados: *ser capaz de electrizar, contener electricidad*: "El célebre P. Becaria piensa que la frotación aumenta la capacidad del cuerpo eléctrico; es decir, capacita a la parte que toca inmediatamente al frotador para contener mayor cantidad de fluido; de modo que ésta recibe del cuerpo frotador una sobreabundancia de materia eléctrica que, sin embargo, sólo se manifiesta en el momento en que la frotación deja de actuar, y entonces pierde esta capacidad, estrechándose o encogiéndose" (Tiberio CAVALLO, *Traité complet d'électricité*, trad. 1785, p. 86).

cionalismo y mostrar la acción de la racionalización técnica.

El factor K depende de la *materia* empleada. Puede ser el signo *filosófico* de la irracionalidad que se resiste a la integración de los fenómenos en una forma algebraica simple. El empirista se apoyará en este *hecho,* que en cierto sentido *no está condicionado* para demostrar que la ciencia no puede alcanzar, en sus explicaciones, el carácter íntimo, el carácter cualitativo de las cosas. La electricidad tendría, en esta perspectiva, sus substancias singulares.

A partir de ahí, es interesante demostrar que este carácter irracional ligado a una substancia particular puede de algún modo estar dominado a la vez por el racionalismo y por la técnica.

Señalemos en primer lugar, que nos vemos obligados a hablar del poder dieléctrico del vacío. Incluso tomamos este poder dieléctrico del vacío como unidad. Creemos que es suficiente para demostrar que la *materialidad* de primera vista, la que afecta nuestros sentidos, no está totalmente introducida en la noción de capacidad de un condensador.

Por otra parte, si somos conscientes de la racionalidad de las *funciones,* la función de K y la función de *e* en la fórmula

$$C = \frac{KS}{4\pi e}$$

podrán aclararse por compensaciones. Si podemos aumentar la capacidad disminuyendo *e* o aumentando K, la inteligencia técnica realiza una racionalización completa del factor *material.* Ya no se utiliza a la materia como un subterfugio para evitar las *e* demasiado pequeñas. Un condensador con una lámina de aire demasiado delgada

se descargaría con una chispa entre las tapas. Substituyendo la lámina de aire por una lámina de mica, evitamos este inconveniente, al menos dentro de ciertos límites.

Así pues, cuando el empirista discutirá el carácter incondicionalmente realista de una substancia, cuando nos dirá que este poder dieléctrico está representado por un número sin estructura, un número con decimales sin ley racional, podremos responder que el técnico no ve allí más irracionalidad que en una *longitud determinada*. Técnicamente el poder dieléctrico tiene una perfecta equivalencia geométrica.

Claro está, hemos limitado nuestra discusión al caso en que se toman como láminas aislantes a substancias naturales como la mica, o substancias fabricadas sin ninguna función especial, como el cristal. Tendríamos argumentos nuevos si nos refiriéramos a la técnica de las materias, a las posibilidades que ofrece una química que puede crear substancias, a propiedades *físicas* bien definidas.

De todos modos, la técnica *realiza* con completa seguridad *la fórmula* algebraica de la capacidad de un condensador. Éste es un caso muy sencillo, pero particularmente claro, de la conjunción entre el racionalismo y la técnica. (*Rationalisme,* cap. VIII, p. 150-152.)

5. «Socialización» del electrismo

[18] En primer lugar, mostremos cómo la técnica que ha construido la bombilla eléctrica con hilo incandescente rompe realmente con todas las técnicas de iluminación que se usaban en toda la humanidad hasta el siglo XIX. En todas las técnicas antiguas, para iluminar hay que *quemar* una materia. En la lámpara de Edison, el arte técnico está en *impedir* que se queme una materia. La técnica antigua es una técnica de combustión. La nueva técnica es una técnica de no-combustión.

Sin embargo, para manejar esta dialéctica, se necesita un gran conocimiento específicamente *racional.* El empirismo de la combustión, que se contentaba con clasificar las substancias combustibles, con valorar los buenos combustibles, con dividir entre las substancias susceptibles de mantener la combustión y substancias «impropias» para este mantenimiento, ya no basta. Es necesario haber comprendido que una combustión es una combinación, y no el desarrollo de un poder substancial, para poder impedir esta combustión. La química del oxígeno transformó totalmente el conocimiento de las combustiones.

En una técnica de no-combustión, Edison crea la bombilla eléctrica, el cristal de lámpara *cerrada,* la lámpara sin tiro. La bombilla no está hecha para impedir que la lámpara se agite con las corrientes de aire. Está hecha para conservar el vacío alrededor del filamento. La lámpara eléctrica no tiene absolutamente ningún carácter constitutivo en común con la lámpara ordinaria. El único carácter que permite designar las dos lámparas con la misma palabra, es que ambas iluminen la habitación cuando anochece. Para aproximarlas, para confundirlas, para designarlas, pasan a ser el objeto de un comportamiento de la vida corriente. Pero esta unidad en la *finalidad* sólo supone unidad de *pensamiento* para aquél que piensa únicamente en la finalidad. Esta *finalidad* recarga las descripciones fenomenológicas tradicionales del conocimiento. A menudo, los filósofos creen atribuirse el objeto al nombre, sin darse cuenta de que un nombre aporta una significación que sólo tiene sentido en un conjunto de costumbres. «Así son realmente los hombres. Una vez les han enseñado un objeto, están satisfechos, eso tiene un nombre, ya no olvidarán nunca este nombre.» (Jean de Boschère, *L'obscur à Paris,* p. 63.)

Se nos puede objetar que al tomar como ejemplo la lámpara eléctrica, nos hemos situado en un terreno demasiado favorable a nuestras tesis. Es evidente, se nos dirá,

que el estudio de fenómenos tan nuevos como los fenómenos eléctricos, podía dar a la técnica de la iluminación medios muy nuevos. Pero nuestro debate no se sitúa ahí. Lo que queremos demostrar es que, en la propia ciencia eléctrica, está instituida una técnica «no natural», una técnica que no aprende en el examen empírico de la naturaleza. En efecto, no se trata, tal como subrayaremos seguidamente, de partir de los fenómenos eléctricos tal como se ofrecen al examen inmediato.

En la ciencia *natural* de la electricidad, en el siglo XVIII, se plantea precisamente una equivalencia substancial entre los tres principios, fuego, electricidad y luz. «El fluido eléctrico, dice el abate Bertholon (*L'électricité des végétaux*, p. 25), es el fuego modificado, o lo que es lo mismo, un fluido análogo al fuego y a la luz; pues hay entre ellos muchos puntos en común, el brillar, iluminar, inflamar y quemar, o fundir ciertos cuerpos: fenómenos que demuestran que su naturaleza es el fuego, ya que sus efectos generales son los mismos; pero es el fuego modificado, ya que se diferencia del mismo en algunos aspectos.» No se trata de una intuición aislada, la volveremos a encontrar fácilmente en numerosos libros del siglo XVIII. Una técnica de iluminación asociada a esta concepción substancialista de la electricidad habría intentado transformar la electricidad en fuego-luz, transformación aparentemente fácil ya que, bajo las dos formas, electricidad y luz, se suponía que había el mismo *principio material*. La explotación *directa* de las primeras observaciones, explotación guiada por las intuiciones substancialistas, sólo pediría que se aportara un *alimento* a esta electricidad fuego-luz (un *pabulum* recogiendo la palabra consagrada). De este modo ponemos en acción una serie de *conceptos* utilizados en la vida corriente, particularmente el concepto de *alimento* que está muy arraigado en el subconsciente. Nos adentraríamos en la *comprensión* de los conceptos «naturales» y encontraríamos bajo los fenómenos tan

raros de la electricidad, las cualidades profundas, las cualidades elementales: el fuego y la luz.

Arraigada de este modo en los valores elementales, el conocimiento vulgar no puede evolucionar. No puede abandonar su *primer empirismo.* Tiene siempre más respuestas que preguntas. Tiene respuestas para todo. Podemos verlo perfectamente en el ejemplo elegido: si la barra de resina *lanza* chispas al mínimo frotamiento, es porque está llena de fuego. ¿Por qué sorprenderse de este nuevo fenómeno? ¿Acaso no se fabrican desde tiempos inmemoriales antorchas con resina? Y estas chispas no son únicamente luz fría, son calientes, pueden inflamar el aguardiente, el agua de fuego. Todas estas observaciones, en el estilo empírico del siglo XVIII, demuestran la *continuidad* de la experiencia común y de la experiencia científica. El fenómeno que nos sorprendía en un principio, pronto se convierte simplemente en un ejemplo de la circulación del fuego en la naturaleza, en la vida misma. Tal como dice Pott, utilizando la palabra sabia *flogística,* pero pensando en la palabra popular, *fuego*: «La extensión de esta substancia (la flogística) es tan grande como el universo; se ha desparramado en toda la naturaleza, aunque con combinaciones muy distintas.» De este modo las intuiciones generales son intuiciones ingenuas. Las intuiciones ingenuas lo explican todo.

Y, claro está, la *física natural* tiene su microfísica. Estima que el fuego latente está *encerrado* en los pequeños alveolos de la materia, al igual que la gota de aceite está encerrada en el pequeño grano de colza. El frotamiento que rompe las paredes de estos alveolos libera el fuego. Si esta liberación se generalizase, un fuego visible y constante se encendería en la barra de resina frotada por la piel de un gato: existe *continuidad* entre la barra de resina y la rama combustible del pino: «Considero, nos dice además Pott, que la materia del fuego contenida en los cuerpos combustibles, el alimento del fuego,

son como una serie de prisioneros encadenados, en la que el primero en liberarse suelta inmediatamente su vecino, que suelta a su vez a un tercero, y así sucesivamente...»

Estas imágenes —que podríamos multiplicar —muestran con bastante claridad con qué facilidad la observación empírica establece su sistema y con qué rapidez este sistema *se cierra.* Ya vemos cómo los primeros observadores asocian rápidamente los conocimientos eléctricos a una cosmología del fuego. Y si hubiera hecho una lámpara eléctrica en el siglo XVIII se habrían planteado la siguiente pregunta ¿de qué modo puede el fuego eléctrico latente convertirse en fuego? ¿De qué modo la luz de la chispa puede convertirse en luz permanente? Todas estas preguntas requieren una respuesta *directa.* Ninguna de estas perspectivas de Universo puede dirigir una técnica.

Volvamos pues al examen de la fenomenotécnica. La historia efectiva está ahí para demostrar que la técnica es una técnica racional, una técnica inspirada en leyes racionales, por *leyes algebraicas.* Ya se sabe que la ley racional que regula los fenómenos de la lámpara eléctrica incandescente es la ley de Joule que responde a la fórmula algebraica:

$$W = R\,I^2\,t$$

(W: energía, R: resistencia, I: intensidad, t: tiempo).

Se trata de una relación *exacta* de conceptos bien definidos. W queda registrada en el contador, RI^2t se gasta en la lámpara. La organización objetiva de los valores es *perfecta.*

Está claro que la cultura abstracta ha cerrado el paso a las primeras intuiciones concretas. Ya no se dice —y apenas se piensa— que el fuego y la luz circulan en el filamento resplandeciente. La explicación técnica va en sentido contrario a la explicación substancialista. Cuando

se quieren determinar mejor los efectos de la *resistencia* se acude a la fórmula:

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

(ρ : resistencia del metal, l: longitud del hilo, s: corte del hilo) y se *comprende* la *necesidad* técnica de coger un hilo largo y delgado para aumentar la resistencia, se *admira* la delicadeza del hilo que tiembla bajo sus poternas de cristal. El factor ρ conserva sin duda una cierta reserva de empirismo bien encuadrado, racionalmente encuadrado. Por otro lado, contra este empirismo puede surgir y multiplicar sus conquistas una ciencia más desarrollada. La industria moderna, al ligarse a una técnica definida, al trabajar con substancias muy purificadas, como el tungsteno, por ejemplo, desemboca en una especie de racionalización de la materia. Para la fábrica que produce bombillas con filamentos de tungsteno, el factor ρ no supone ninguna sorpresa empírica. Está en cierto modo materialmente desindividualizado. Si se es un poco sensible a los matices filosóficos, no se puede dejar de reconocer el trabajo de racionalización presente en una industria que produce las lámparas eléctricas en serie.

Podemos pues afirmar perfectamente que la bombilla eléctrica es un objeto del pensamiento científico. En este sentido es para nosotros un ejemplo simple pero claro de objeto *abstracto-concreto*. Para comprender su funcionamiento hay que dar un rodeo que nos lleva a estudiar las *relaciones* de los fenómenos, es decir a una ciencia racional, expresada *algebraicamente*. (*Rationalisme*, cap. VI, p. 105-109.)

C) EL ATOMISMO

[19] A los atomistas de siglos pasados les faltaba un verdadero movimiento en la composición epistemológica para merecer el nombre de axiomática. Efectivamente, no basta con postular, con la palabra átomo, un elemento indivisible para pretender haber puesto en la base de la ciencia física un verdadero postulado. Sería necesario no reducirse a una deducción a menudo sólo verbal que extrae consecuencias de una suposición única; sino que, por el contrario, debiéramos encontrar los medios para combinar caracteres múltiples y construir con esta combinación fenómenos nuevos. Pero no podemos tener la posibilidad de esta producción, porque como máximo se piensa en hacer la prueba de la *existencia* del átomo postulado, en verificar una suposición. La teoría filosófica del átomo paraliza las preguntas y tampoco las sugiere. (*Intuitions*, cap. VI, p. 133-134.)

I. LA NOCIÓN DE CORPÚSCULO EN LA FÍSICA CONTEMPORÁNEA

1. CARACTERES PRINCIPALES

[20] El filósofo que aborda el estudio de la ciencia física contemporánea se encuentra incómodo, como todo el mundo, por el peso de los conocimientos comunes, y también como cualquier persona educada, por los recuerdos de su propia cultura. Así, se imagina, siguiendo las intuiciones de la vida cotidiana, que un *corpúsculo* es un cuerpo pequeño, y piensa, haciendo un homenaje tradicional a la filosofía de Demócrito, que el átomo es indivisible, el último elemento de una división de la materia.

¿Cómo se puede comprender la novedad del lenguaje de la ciencia con seguridades etimológicas tan indestructibles? ¿Cómo aprender a formar nociones completamente nuevas? ¿Cómo establecer, al margen del empirismo

cotidiano, la filosofía exacta del empirismo del laboratorio? Por último, ¿cómo sustituir un racionalismo que funcionaba a partir de las grandes verdades del conocimiento universal por un racionalismo puramente axiomático que se establece como una especie de voluntad en mantener unas reglas muy definidas, muy limitadas en un terreno particular? Ya vemos como las ciencias físicas contemporáneas, necesitarían, para recibir sus exactos valores filosóficos, filósofos anabaptistas que abjurarían a la vez de sus conocimientos racionales elementales y de sus conocimientos comunes para abordar al mismo tiempo un nuevo pensamiento y una nueva experiencia.

En nuestro intento por *reducir la noción de corpúsculo a su nuevo sentido* y por introducir esta noción de corpúsculo en su exacto contexto axiomático, empezaremos comentando una serie de tesis que expresaremos de modo algo paradójico, atajando inmediatamente las intuiciones perezosas. (*Activité,* cap. III, p. 75.)

El corpúsculo no es un cuerpo pequeño. El corpúsculo no es un fragmento de substancia. No tiene cualidades propiamente substanciales. Cuando la química teórica formulaba la noción de átomo, despojaba al átomo de muchas de sus propiedades retenidas por la experiencia común. Así pues:

El azulamiento pálido y fugitivo del azufre [1]

que el poeta señala como una raíz en su ontología infernal, no deja rastro alguno en la química del átomo. Al atomizarse, el azufre pierde sus aspectos satánicos. Las «realidades» comunes no se adhieren más sólidamente al átomo del azufre que las «realidades» metafóricas. El átomo por el sólo hecho de estar definido en una organización racional de la experiencia química, recibe un

1. Victor Hugo, *La fin de Satan,* L'ange de Liberté.

nuevo estatuto ontológico. Quizás todavía de un modo más claro, los corpúsculos de la física moderna están referidos a un tipo de organización experimental bien definido. Hay que determinar el estatuto ontológico al nivel de su definición precisa. Se introducen costumbres destructoras en la ciencia, si se piensa, por ejemplo, que el electrón es un cuerpo pequeño cargado de electricidad negativa, si se piensa —en dos tiempos— en la existencia de un ser y la existencia de sus propiedades. H. A. Wilson ha indicado explícitamente la vida filosófica de semejante pensamiento[2]: «Podemos preguntarnos si protones y electrones deben considerarse como partículas materiales cargadas de electricidad. La respuesta es que esta idea no está justificada por los hechos. La operación de cargar un cuerpo con electricidad negativa consiste en añadir electrones a este cuerpo, y un cuerpo está cargado positivamente cuando se le suprimen los electrones, hasta dejarle un exceso de protones. Así pues, no podemos suponer que un electrón está cargado negativamente porque añadir un electrón a otro electrón daría dos electrones. Electrones y protones son precisamente átomos de electricidad, y según los conocimientos actuales, son indivisibles. Sólo conocemos la electricidad en forma de electrones y protones, de modo que no tiene sentido hablar de estas diferencias particulares como si se dividieran en dos partes: electricidad y materia.» Traducimos este largo texto porque el físico que lo proporciona no duda en apenarse ante determinada dificultad filosófica. Nos hallamos ante una ruptura total de los conceptos de microfísica y los de física clásica. La operación: «cargar un *cuerpo* de electricidad», tan corriente en la ciencia eléctrica común, ya no tiene sentido al nivel del *corpúsculo*. El *corpúsculo eléctrico* no es un *cuerpo pequeño cargado de electricidad*. Un análisis lingüístico sería engañoso. El

2. H. A. Wilson, *The Mysteries of the Atom*, 1934, p. 28.

análisis filosófico usual también debe abandonarse. Necesitamos conseguir la síntesis total entre el atributo y la substancia, o mejor dicho, debemos «realizar» pura y simplemente, el atributo. Detrás del atributo *electricidad*, no debe considerarse a la substancia *materia*. La filosofía del corpúsculo, en esta ocasión del corpúsculo eléctrico, nos enseña una ontología bien definida, estrictamente definida. Esta ontología tendría un considerable valor de enseñanza filosófica, si la filosofía quisiera interesarse en ella: efectivamente, esta ontología del corpúsculo impide con una señal muy clara cualquier fuga hacia el irracionalismo de la substancia.

No se pueden asignar dimensiones absolutas al corpúsculo; sólo se le asigna un *orden de tamaño*. Este orden de tamaño determina más una zona de *influencia* que una zona de existencia. O, más exactamente, el corpúsculo sólo existe en el espacio en que actúa.

En muchas ocasiones señalaremos el carácter esencialmente *energético* de la existencia corpuscular. En su obra reciente: *Philosophy of Mathematica and Natural Science* (1949), Hermann Weyl, recordando que el orden de tamaño atribuido a un rayo del electrón es de 10^{-13} cm. añade que «este número debe interpretarse como la distancia en la que dos electrones se aproximan entre sí a una velocidad comparable a la de la luz».

El corpúsculo se define aquí no a partir de su ser como una cosa inerte, sino a partir de su *poder de oposición*. La curiosa definición de Hermann Weyl busca de algún modo la máxima oposición. En efecto, si pensamos que la velocidad de la luz está considerada, en la ciencia relativista contemporánea, como una velocidad límite, vemos aparecer una relación entre esta *velocidad límite* y la *pequeñez límite*.

Este modo de definir *dinámicamente* las dimensiones límites de un corpúsculo debe aclararnos la novedad esencial de la filosofía corpuscular moderna. Nada que se

parezca a la noción clásica de *impenetrable.* No hay que creer a los físicos más realistas —más tradicionalmente realistas— de lo que son y ligar, como parece hacer Meyerson, el atomismo de la ciencia moderna con el atomismo de los filósofos. Sólo los filósofos plantean aún el átomo, o el corpúsculo, como *impenetrable.* Sin embargo, podemos leer miles de libros de física o química moderna sin que se mencione en ellos la noción de impenetrabilidad. Cuando parece que la noción juega un papel descubrimos pronto que no lo hace con un *carácter absoluto* como ocurría en el atomismo filosófico (...).

Correlativamente, si no podemos atribuir dimensiones al corpúsculo, tampoco podemos atribuirle forma.

Dicho de otro modo, el *elemento no tiene geometría.* Este hecho debe estar en la base de la filosofía corpuscular moderna. Es una gran novedad filosófica.

La geometría sólo interviene en la composición de los elementos y únicamente cuando es posible la composición. Desde la perspectiva del conocimiento de los fenómenos y de las substancias, la geometría aparece en primer lugar como un juego de puntos y direcciones. Parece que la composición suscite orientaciones a las que podemos atribuir una existencia virtual en los elementos antes de la composición. Sin embargo esta existencia virtual debe seguir siendo una perspectiva del espíritu. El elemento devuelto a su soledad no tiene geometría (...).

Si no podemos atribuir una forma determinada al corpúsculo, tampoco podemos atribuirle un lugar muy preciso. Atribuirle un lugar preciso, ¿no sería como atribuirle desde el exterior, aunque fuera negativamente, una *forma*?

De este modo la intuición se confunde, tanto cuando busca el lugar absoluto como cuando busca la figura absoluta. En este punto asistimos a una ruptura total con la imaginación cartesiana.

Efectivamente, como ya se sabe, en virtud del princi-

pio de indeterminación de Heisenberg, la localización del corpúsculo, en el análisis exacto que se pide a la microfísica, está sometida a tales restricciones que la función de *existencia situada* ya no tiene valor absoluto.

Esta carencia de ontología que afecta precisamente a la física del corpúsculo debe hacer reflexionar al filósofo. *La existencia situada* ¿no es acaso la función primordial que designa a los objetos en cualquier discusión acerca del *realismo*? *Estar ahí* también es la función primordial que fija la perspectiva de objectivación en la filosofía fenomenológica. Siguiendo las discusiones filosóficas, nos preguntamos a menudo si la conciencia no es una *conciencia de índice*, una conciencia de dedo apuntando a las cosas.

Sin embargo, la microfísica no puede conservar este privilegio de designación directa. Así pues, tanto el realismo tradicional como la fenomenología moderna resultan inadecuados para abordar la microfísica. Los filósofos se orientan a partir de la experiencia común. La ciencia contemporánea reclama una nueva salida. Plantea al filósofo el curioso problema de una nueva salida. Hay que apoyarse aquí en técnicas que no se expresan totalmente en el lenguaje de nuestros gestos mecánicos y de nuestras intuiciones geométricas. La revolución epistemológica que conlleva la microfísica conduce, además, al reemplazo de la fenomenología por una numenología, es decir, por una organización de *objetos del pensamiento*. Los *objetos del pensamiento* se convierten a continuación en *objetos de experiencias técnicas*, falseando totalmente la experiencia.

¡Cuántos fenómenos directos deben apartarse, atajarse, dividirse, para trabajar en la física del electrón! Cuantos pensamientos acumulados, coordinados, discutidos para llegar a asegurar las técnicas del electrón.

Hay que subrayar, en el mismo sentido, pensamientos paradójicos como la locución tan familiar, tan clara: *estar en*, que comienza a despertar objecciones tan impor-

tantes como las hechas a la locución *estar ahí.* En efecto, se puede ver en la ciencia del núcleo atómico el caso curioso de un corpúsculo que existe *a la salida* de un espacio en el que sin duda no existía. Expulsa, *sin duda alguna,* electrones del núcleo en el curso de ciertas transmutaciones. Naturalmente, las primeras tentativas para imaginar la estructura del núcleo se hicieron tomando al electrón como uno de los elementos del edificio nuclear. Pero esta concepción de un electrón intranuclear ha llevado a dificultades cada vez mayores. Actualmente, se está convencido de que no existe electrón en el núcleo. De alguna manera es la *dinámica de la expulsión* la que da aquí la *existencia corpuscular* al resultado de la expulsión. El dinamismo es aquí, una vez más, el primer principio en el que hay que reflexionar y es necesario conseguir una información esencialmente dinámica de la micrología. Cuando más se entra en el terreno de la microfísica, más importancia debe concederse a los temas de la energía. Sólo los objetos del conocimiento común pueden existir *plácidamente,* tranquilos e inertes en el espacio.

Constatemos también, de paso, cómo madura rápidamente el pensamiento científico en nuestros días. Durante siglos, se creyó que el fuego *existía* antes de la percusión del pedernal. Sólo se ha conseguido durante unos diez años la misma intuición con el electrón en el núcleo.

En diversas circunstancias, la microfísica plantea, como un verdadero principio, la pérdida de individualidad de un corpúsculo.

Efectivamente, si dos corpúsculos individualizados por sus trayectorias llegan a pasar por una zona tan estrecha en la que ya no se les distinga, a la salida de esta zona ya no podrá mantenerse la numeración que los distinguía.

Sin embargo, nos engañaríamos si viéramos aquí un accidente que arruina un conocimiento. En realidad, la constatación de este hecho de una desindividualización

en las circunstancias que acabamos de explicar proporciona un principio fecundo, un principio que da cuenta de todo un sector de la experiencia positiva. Se trata, en definitiva, de un corolario del principio de indeterminación de Heisenberg. Este corolario tiene la misma *positividad* que el teorema fundamental. Claro está, él también reclama una nueva salida. Renueva la noción de indiscernibles que ha provocado tantos debates entre los filósofos. (...)

Finalmente, la última tesis que contradice el axioma fundamental del atomismo filosófico: la física contemporánea admite que *el corpúsculo pueda anularse.* De este modo el átomo, cuya primera función era resistir a cualquier cambio íntimo, y, *con mayor razón,* a la destrucción, ya no ocupa en la ciencia contemporánea su función de absoluta permanencia, su función de existencia radical. El antiguo refrán: nada se pierde, nada se crea, debe meditarse de nuevo. Existen sin duda fenómenos consecutivos a la anulación de un corpúsculo y el filósofo podrá aducir que, una vez desaparecido el corpúsculo, algo subsiste. Sin embargo, este *algo,* ya no es una *cosa.* Emile Meyerson, creyendo clarificar la filosofía realista que atribuía al físico, decía que el físico es *cosista.* Esta intuición coincide en muchos aspectos con la afirmación bergsoniana sobre la inteligencia humana que estaría específicamente adaptada al conocimiento de los *sólidos.* Los átomos se concebían entonces como pequeños sólidos, como cosas pequeñas. El atomismo era la doctrina por excelencia de las pequeñas cosas.

Nos parece que la anulación del corpúsculo consagra la derrota del cosismo. Vamos a reemprender el debate con el cosismo. Pero antes debemos subrayar su importancia filosófica. Y ello es todavía más necesario por cuanto que estos fenómenos de creación y anulación corpuscular no llaman la atención de la mayoría de filósofos. Esta indiferencia ante fenómenos tan curiosos, es una nueva

señal de la profunda separación entre el espíritu filosófico y el espíritu científico. Cuando se evocan los fenómenos de anulación y de creación, ante un público de filósofos, percibimos casi fenomenológicamente esta *indiferencia*, leemos esta indiferencia en sus caras. Estos fenómenos son, para el filósofo moderno, fenómenos «de la ciencia», no son fenómenos «de la naturaleza». El filósofo los acepta sin discutir —es necesario— y continúa. No los tiene en cuenta en la filosofía. Conserva sus absolutos en la misma época en que la ciencia demuestra que declinan. (*Activité,* cap. III, p. 75-82.)

2. Derrota del «cosismo»

[21] Si recorremos la lista de restricciones que hemos recordado en las páginas precedentes, vemos como inmediatamente después de poner el concepto de *cosa* bajo las propiedades del elemento corpuscular hay que *pensar* los hechos de experiencias retirando el *exceso de imagen* que hay en esta pobre palabra *cosa*. En particular hay que quitar a la *cosa* sus propiedades espaciales. Basta con considerar a todos los «objetos» de la microfísica, a todos los recién llegados que la física designa con la terminoación -on —digamos todos los -ons— para comprender lo que es una cosa no-cosa, una cosa que se singulariza por sus propiedades que nunca son las propiedades de las cosas comunes. A continuación intentaremos caracterizar rápidamente a todos estos electrones, protones, nucleones, neutrones, fotones... Pero ya desde ahora hay que señalar la gran variedad de sus tonalidades filosóficas. Tienen estatutos ontológicos distintos. Y la diferencia sería aún mayor si añadiéramos a la lista los gravitones de madame Tonnelat, los limitones de Kwal, los excitones de Bowen y todos los proyectiles de la física nuclear. Ante la variedad los filósofos, los realistas, los

positivistas, los racionalistas, los convencionalistas —y los escépticos —pueden recoger el ejemplo que les sirva de argumento. Ahogaríamos las discusiones filosóficas confundiendo todos los aspectos bajo la calificación de *cosista.*

Habría que plantear, paralelamente al problema del *cosismo,* el problema similar del *choquismo.* Con la noción de *choque* nos encontramos frente a una especie de monstruosidad epistemológica. Se presenta como *simple* y, sin embargo, es compleja desde el principio, ya que sintetiza nociones geométricas y nociones materialistas. Se construye entonces ciencia y filosofía sobre un conjunto de imágenes burdas e ingenuas. ¡Qué sería la filosofía de Hume si los hombres no hubieran jugado al billar! Bastó una carambola para hacer la filosofía de toda la naturaleza.

Y la paradoja continúa. El choque que entrega tantas lecciones para una cosmología del azar ha dado la raíz misma de la doctrina de la causalidad. El choque da realmente la lección ingenua de la causalidad. Y podemos preguntarnos si la noción de causalidad supera la enseñanza que dan las intuiciones ingenuas del choque. Cuvier hace en este sentido una confesión muy clara que no ha retenido suficientemente la atención de los filósofos: «Salidos de los fenómenos del choque, ya no tenemos ideas claras acerca de las relaciones de causa y de efecto»[1]. (*Activité,* cap. III, p. 83-84.)

3. Derrota del «choquismo»

[22] Podríamos decir muchas cosas acerca del *choque esquematizado* que se presenta como una idea simple en el conocimiento común. Pero si nos referimos a la

1. Cuvier, *Rapport historique sur les progrès des sciences naturelles depuis 1789,* París, 1810, p. 7.

filosofía corpuscular parece que hay que defenderse de cualquier referencia a una teoría macroscópica del choque, y que sea necesario rehacer de nuevo una teoría del encuentro. Emile Meyerson escribe, sin embargo: «Cualquier acción entre corpúsculos sólo puede producirse *evidentemente* por el choque... la acción debida al choque constituye el elemento *esencial;* no sólo de la teoría del gas, sino de todas las teorías corpusculares» [2]. Hemos subrayado dos palabras del texto, pues son las que provocarían oposición en una discusión con el filósofo cosista.

De todos modos esta discusión es inútil. La ciencia contemporánea es formal, sus conclusiones son precisamente contrarias a la tesis meyersoniana. En efecto, la ciencia actual advierte cuidadosamente que sólo emplea la palabra *choque* por su brevedad y no por los distintos procesos de interacción. Por ejemplo, en su hermoso libro sobre los rayos cósmicos, Leprince-Ringuet escribe: «En el terreno atómico, y particularmente cuando se trata de partículas como los electrones, la expresión "choque"... no implica que haya contacto, debido a que es imposible hacerse una representación espacial del electrón: es mejor decir "interacción" que el choque, porque hace intervenir imágenes menos definidas y es menos inexacto» [3]. P. y R. Daudel hacen la misma observación: para ellos hablar de choque en la escala de la microfísica no tiene mucho sentido [4].

Podríamos acumular fácilmente observaciones similares. Basta sólo con pensar en fenómenos de interacción de partículas de *naturaleza distinta* como fotón y electrón para comprender que esta interacción no puede ser estudiada como el choque de dos bolas del mismo marfil. Así pues, es preciso, como mínimo, dar al «choque» nuevas definiciones. El efecto Compton que estudia esta

2. Emile MEYERSON, *Identité et réalité,* p. 63.
3. LEPRINCE-RINGUET, *Les rayons cosmiques,* Albin Michel, p. 23.
4. P. y R. DAUDEL, *Atomes, molécules et lumière,* París, 1946.

interacción está lleno de nuevas ideas. Se perdería su valor instructivo si se descuidara la variación de frecuencia del fotón, si nos limitáramos a ver en el encuentro un «choque».

De este modo el *cosismo* y el *choquismo* se nos presentan como filosofías muy poco apropiadas para una descripción de los fenómenos de la ciencia moderna. Estas filosofías nos lanzan a la esclavitud de nuestras intuiciones más primarias referentes al espacio y a la fuerza. Estamos mal preparados para seguir la evolución de la atomística moderna si aceptamos la fórmula de Meyerson según la cual el átomo sólo es, en realidad, «un trozo de espacio»[1]. Esta es una elemental fórmula-respuesta, una fórmula que cierra las preguntas, que no plantea preguntas, que liquida rápidamente la problemática de la atomística moderna. También acaba pronto con las restricciones prudentes del espíritu positivista. Podemos, pues, presentar esta fórmula como un ejemplo claro de la involución del pensamiento filosófico. De hecho, la noción de un corpúsculo definido como «un pequeño trozo de espacio» nos conduciría a una física cartesiana, a una física de Demócrito *contra* la que hay que pensar si queremos abordar los *problemas* de la ciencia contemporánea. La noción de corpúsculo concebido como un cuerpo pequeño, la noción de interacción corpuscular concebida como el choque de dos cuerpos, son, precisamente, *nociones-obstáculo*, nociones que frenan la cultura y contra las que hay que prevenirse.

En este sentido, se orienta el drama de «la explicación en las ciencias». ¿Por qué se explica y a quién se explica? Sin duda, se explica al que necesita explicaciones, al que no sabe. Pero, ¿sabe algo y quiere saber *más*? Y si el ignorante quiere saber *más*, ¿está dispuesto a saber *de otro modo*? ¿Está dispuesto a recibir progresivamente toda la

1. Emile MEYERSON, *Identité et réalité*, p. 243.



problemática del tema estudiado? En definitiva, ¿se trata de curiosidad o de cultura? Si la «explicación» es simplemente una *reducción* al conocimiento común, al conocimiento vulgar, no tiene nada que ver con la *producción* esencial del pensamiento científico. Y, sin embargo, demasiado a menudo, lo repetimos, la filosofía que interroga al sabio le pide que *reduzca* el conocimiento científico al conocimiento usual, es decir al conocimiento sensible. Remonta los siglos para volver a encontrar la feliz ingenuidad de las primeras intuiciones. (*Activité,* cap. III, p. 85-86.)

II. El concepto científico de materia en la física contemporánea

1. La física contemporánea es «materialista»

[23] Una cosa puede ser muy bien un objeto inerte para una especie de empirismo ocioso y masivo, para una experiencia no realizada, es decir, no demostrada y, por consiguiente, abstracta, a pesar de su interés por lo concreto. No ocurre lo mismo con un experimento de microfísica. En este caso, no se puede practicar el pretendido análisis de lo real y de lo futuro. Sólo se puede describir en la acción. Por ejemplo, ¿qué es un fotón inmóvil? No se puede separar al fotón del rayo de luz, tal como querría el *cosista* acostumbrado a manejar objetos siempre disponibles. El fotón es, evidentemente, un tipo de cosa-movimiento. De modo general, parece como si cuando más pequeño es el objeto, mejor asuma el complejo de espacio-tiempo, que es la esencia misma del fenómeno. El materialismo ensanchado, separado de la primitiva abstracción geométrica, nos lleva así, naturalmente, a asociar la materia y la radiación.

En esta perspectiva, ¿cuáles serían los caracteres del fenómeno más importante para la materia? Los relativos a su energía. Ante todo, hay que considerar la materia como un transformador de energía, como una fuente de energía; después rehacer la equivalencia de las nociones y preguntarse cómo puede la energía recibir los distintos caracteres de la materia. Dicho de otro modo, la noción de energía constituye el lazo de unión más fructífero entre la cosa y el movimiento; a través de la energía se mide la eficacia de una cosa en movimiento, gracias a este intermediario podemos ver como un *movimiento se convierte en cosa.*

Sin duda, en la macrofísica del siglo pasado, se examinaba ya con interés las transformaciones de energía, pero se trataba siempre de grandes balances en los que no se detallaba la evolución. De ahí la creencia en las transformaciones contínuas en un tiempo sin estructura: la continuidad de una cuenta bancaria impedía la comprensión del carácter discontinuo del trueque. Se había llegado a una especie de doctrina abstracta de la transferencia que se creía bastaba para calcular la economía energética. De este modo las energías cinéticas se volvían potenciales; las diversas formas de energía calorífica, luminosa, química, eléctrica, mecánica se transformaban directamente una en otra, gracias a los coeficientes de conversión. Sin duda, se era más o menos consciente de que una materia debía ser el lugar, servir de base, para este intercambio energético. Pero en esos intercambios, la materia era a menudo sólo una especie de causa ocasional, un medio de expresión de una ciencia que quería permanecer realista. Una escuela entera pretendía prescindir de la noción de materia. Era el tiempo en que Ostwald decía: el bastón que golpea Scapin no demuestra la existencia de mundo exterior. Este bastón no existe. Sólo existe su energía cinética. Karl Pearson decía incluso: la materia es lo inmaterial en movimiento, *Matter is non-*

matter in motion[1]. Todas estas afirmaciones podían parecer correctas, ya que se tomaba a la materia sólo como un soporte plácido y a la energía como una cualidad, de algún modo externa e indiferente al soporte. Criticando a Berkeley se podía ahorrar el soporte, para no tener que hablar del verdadero fenómeno de esencia energética. Se explica que esta doctrina se haya separado de cualquier estudio relativo a la estructura de la energía. No sólo se oponía a las investigaciones atómicas, sino que también se dirigía, en su propio terreno, hacia un estudio general de la energía, sin intentar construir la energía. (*Nouvel Esprit*, cap. III, p. 61-63.)

2. No es empirista

[24] Si seguimos el problema de los intercambios entre la materia y la energía intentando descender a los terrenos de la microfísica, donde se forma el nuevo espíritu científico, vemos que el estado del análisis de nuestras intuiciones comunes es muy engañoso y las ideas más simples como *choque, reacción, reflexión* material o luminosa, han de revisarse. Es como decir que las ideas simples deben ser complicadas para poder explicar los microfenómenos. Tomemos, por ejemplo, el caso de la reflexión luminosa y veremos cómo la idea misma de reflexión, tan clara en la intuición macroscópica, se hace borrosa cuando pretendemos estudiar la «reflexión» de una radiación sobre un corpúsculo. Veremos fácilmente con este ejemplo la ineficacia epistemológica de las ideas simples de tipo cartesiano cuando sumergimos estas ideas en la intuición inmediata en la que la fusión de las enseñanzas de la experiencia y de la geometría elemental se realiza demasiado a prisa.

1. Citado por Reiser, Mathematics and emergent evolution, en *Monist*, oct. 1930, p. 523.

La experiencia corriente del espejo es, a primera vista, tan clara, tan simple, tan diferenciada, tan geométrica, que podría estar en la base de la *conducta* científica, del mismo modo que Pierre Janet habla de la *conducta de la cesta* para caracterizar la mentalidad humana y demostrar la gran superioridad del niño que comprende la acción totalizadora del cesto como contenedor de objetos. De hecho, la *conducta del espejo* es un esquema de pensamiento científico tan primitivo que parece difícil de analizar psicológicamente. Además, los principiantes se sorprenden a menudo de la insistencia del profesor ante la *ley* de la reflexión. Les parece evidente que el rayo reflejado tome una orientación exactamente simétrica al rayo incidente. El fenómeno inmediato no plantea problemas. Priestley, en su historia de la óptica, dice que la ley de la reflexión siempre se conoció, siempre se comprendió. La dificultad del desarrollo pedagógico proviene aquí, como en muchos casos, de la facilidad de la experiencia. Esta experiencia es precisamente el tipo de estos *datos inmediatos* que el nuevo pensamiento científico debe reconstruir. No se trata de una cuestión de detalle, ya que la reflexión de la luz ilustra toda la experiencia de rebote. Las intuiciones más diversas se refuerzan entre sí: se comprende el choque elástico por el reflejo luminoso, aplicando un principio intuitivo muy apreciado por Kepler, que quería que «todos los fenómenos de la naturaleza fueran referidos al principio de la luz». Recíprocamente, se explica la reflexión por el rebote de las balas luminosas. En esta aproximación encontramos incluso una prueba de la materialidad de estas balas. Cheyne, un comentarista de Newton, lo señala expresamente. La luz es un cuerpo o una substancia, dice, porque «puede ser reflejada y obligada a cambiar de movimientos como otros cuerpos, y únicamente las leyes de la reflexión son las mismas que las de otros cuerpos». Se encuentran en

el inteligente libro de madame Metzger [1], del que recogemos esta cita, pasajes en los que el substancialismo de los corpúsculos luminosos está más acentuado; el rebote es siempre la primera prueba. El principio de razón suficiente tiene un claro papel en la ley de reflexión; aparece repentinamente para religar la ley matemática con la experiencia real y de este modo se forma, en la base de la ciencia, un buen tipo de *experiencia privilegiada,* ricamente explicativa, totalmente explicada; un acontecimiento del mundo físico es promovido a la categoría de medio de pensamiento, de *denkmittel,* de categoría del espíritu científico. Este acontecimiento permite la geometrización acelerada que había de despertar las sospechas del filósofo acostumbrado a la complejidad de la física matemática.

Efectivamente, esta fuente de claridad que es la intuición privilegiada de la reflexión luminosa puede ser motivo de ceguera. Busquemos, por ejemplo, en el problema del color azul del firmamento los obstáculos reales que aporta la *conducta del espejo.*

El problema fue planteado por primera vez en términos científicos por Tyndall. No se contentó con la explicación substancialista, curiosamente ambigua, que pretendía que el aire fuera incoloro cuando era poco denso y de color cuando fuera muy denso, doble afirmación bien caracterizada por un espíritu precientífico, descansando en las tesis realistas, incluso contradictorias. Refiriéndose a ingeniosas experiencias a cerca de suspensiones de macilla en agua clara Tyndall creyó poder establecer que el fenómeno del color azul del cielo provenía de una difusión de luz sobre partículas materiales. Lord Rayleigh dio en 1897 una teoría del fenómeno al demostrar que la difusión no se producía en absoluto sobre polvo o gotitas sino sobre las propias moléculas del gas. Según esta teoría, toda la luz emitida por el sol se difunde bien,

1. Hélène METZGER, *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique,* p. 74 y sig.

pero como la intensidad de la luz difundida es inversamente proporcional a la cuarta potencia de la longitud de la onda, la luz azul, cuya longitud de onda es la más corta, predomina en el resultado de conjunto. La fórmula de Lord Rayleigh es ingeniosa y rebuscada, pero la intuición de base continúa siendo muy simple: se devuelve la energía recibida; la molécula hace pura y simplemente de obstáculo a la luz, reenvía la luz según el comportamiento de espejo. No se necesita, pues, buscar más lejos. ¿Acaso no estamos frente a la más clara, la más diferenciada, la más esencial de las intuiciones en donde la *cosa* genera un movimiento?

Sin embargo, un descubrimiento muy importante quedaba velado por la propia explicación. Parecía lógico que el fenómeno del cambio de color de la luz reflejada sugiriera un estudio espectroscópico de la radiación difundida. Sin embargo, este estudio espectroscópico se descuidó durante mucho tiempo. (...)

[25] Hasta 1928 un genial físico hindú, Sir Raman, no señaló que la luz difundida contiene rayos de frecuencias superiores e inferiores a la frecuencia que incide. El alcance científico del descubrimiento del efecto Raman es muy conocido, pero, ¿cómo olvidar su alcance metafísico? Efectivamente, al nivel de la microfísica, se aprecia una cooperación de la radiación y de la molécula; la molécula reacciona añadiendo a la radiación recibida sus características radiales propias. La vibración que toca a la molécula no rebotará como un objeto inerte, no más que un eco más o menos apagado; tendrá otro timbre, ya que se le añadirán múltiples vibraciones. Pero se trata todavía de una visión y una expresión demasiado materializadas para dar cuentas de la interpretación cuantitativa del fenómeno. Lo que sale de la molécula alcanzada por el rayo ¿es realmente un espectro luminoso? ¿No se trata más bien de un *espectro de números* que nos trans-

mite las nuevas matemáticas de un mundo nuevo? En todo caso, cuando se llega al fondo de los métodos cuantitativos, nos damos perfecta cuenta de que ya no se trata de un problema de choque, de rebote, de reflexión, ni tampoco de un simple trueque energético, sino que los intercambios de energía y de luz se establecen según un doble juego de estructura, regulado por complicadas convenciones numéricas. Así pues, el azul del cielo interpretado matemáticamente es actualmente un tema de pensamiento científico cuya importancia no sabríamos exagerar. El azul del cielo, del que comentábamos hace poco la escasa «realidad», es tan instructivo para el nuevo espíritu científico como lo fue, hace algunos siglos, el universo estrellado por encima de nuestras cabezas.

Cuando examinamos el fenómeno de la luz evitando el esquematismo, luchando contra las primeras intuiciones, provocando razones de pluralismo experimental, alcanzamos los pensamientos que rectifican a otros pensamientos y las experiencias que rectifican las observaciones. (*Nouvel Esprit*, cap. III, p. 71-73.)

3. No describe, «produce» fenómenos

[26] Desde que se sabe que los intercambios de energía se producen por unidades, desde que se conoce el valor de esta unidad, nos encontramos frente a otra *perspectiva de racionalidad.* De este modo el fracaso de las instituciones continuistas no es, ni mucho menos, un fracaso del racionalismo. Este fracaso ha colocado a la racionalización en una nueva vía. El racionalismo clásico, al desarrollarse en instituciones estrictamente geométricas, sólo podía alcanzar la realidad a través del carácter espacial. Podía expresarse en la idealización del espacio. Las relaciones del racionalismo y del idealismo podían continuar siendo estrechas. El racionalismo de la energía

abandona cualquier posibilidad de interpretación idealista. Si quisiera desarrollar una interpretación subjetiva sólo se interesaría por las metáforas, sufriría la seducción de las bellas imágenes del activismo. El destino del racionalismo de la energía es muy distinto si lo consideramos por el enorme éxito obtenido por el energetismo cuántico, por el energetismo discontinuo. Este racionalismo posee ya un objeto real, informa el carácter realista superior. La energía, decían ya a fines del siglo XIX, es la propia realidad. Al químico Ostwald le gustaba repetir que lo real no era el bastón de Scapin, sino la *energía* cinética del bastón. Sin embargo, el energetismo del siglo XX tiene un alcance muy distinto. No es una simple descripción de fenómenos; pone en claro la *producción* de los fenómenos. El energetismo quántico no nos dice sólo el *cómo* de los fenómenos, sino también el *porqué.* Y lo que es más, esta ciencia del *porqué* puede parecer una *decepción total* para la ciencia del *cómo.* Precisamente, esta ciencia del *porqué* reclama una conversión de los intereses, una adhesión a nuevos tipos de explicación, sustituyendo precisamente las pruebas racionalistas por las evidencias sensibles. (*Activité,* cap. V, p. 139.)

4. Es una ciencia de «efectos»

[27] Un rasgo muy especial de la moderna ciencia física es el de convertirse menos en ciencia de hechos que de *efectos.* Cuando nuestras teorías han permitido prever la acción posible de un principio dado, nos afanamos por realizar esta acción. Estamos dispuestos a ponerle el precio necesario, pero es preciso que el *efecto* se produzca a partir del instante en que es racionalmente posible. Mientras que el efecto Kehr es fácil de obtener, el efecto Zeemann requiere medios más poderosos. El

efecto Stark reclama campos eléctricos muy intensos. Pero los medios se encuentran siempre cuando el fin está designado racionalmente. Para un fenómeno previsto racionalmente, poco importa, por otro lado, el orden de aproximación de la verificación. No se trata tanto de tamaño como de existencia. A menudo la experiencia común es motivo de desaliento, un obstáculo; entonces la experiencia refinada lo decide todo, pues es ella quien obliga al fenómeno a mostrar su estructura fina.

Hay ahí toda una filosofía del *empirismo activo* muy distinta de una filosofía del empirismo inmediato y pasivo que toma la experiencia de observación por juez. La experiencia ya no pronuncia juicios sin apelación posible; o, por lo menos, mientras se niegue a confirmar nuestra espera, apelamos a una nueva experiencia. La experiencia ya no es un punto de partida, ni siquiera es una simple guía, es un *objetivo*. (*Pluralisme,* p. 229.)

III. EPISTEMOLOGÍA DE LA QUÍMICA

A) LOS OBSTÁCULOS AL «MATERIALISMO RACIONAL»

1. Retrospecciones intempestivas

[28] En los libros de vulgarización, se acostumbra, cuando se quiere presentar el moderno problema de las transmutaciones de los elementos químicos, a evocar el recuerdo de los alquimistas. Se recuerda con placer cómo generaciones de investigadores obstinados intentaron transforman el plomo en plata y oro y se concluye con una fórmula del tipo: «los sabios contemporáneos han hecho realidad el viejo sueño de los alquimistas».

Pero, ¿por qué referirse a este trasfondo legendario? ¡Qué impureza de pensamiento! ¿Cómo se puede tener tan poca confianza en el espíritu de innovación del lector? El arte, la literatura «realizan» sueños; la ciencia, no. El onirismo de los alquimistas es poderoso. Al estudiarlo se penetra en capas profundas del psiquismo humano y cualquier psicólogo del inconsciente encontrará una inagotable mina de imágenes en la literatura de la alqui-

mia [1]. Pero el *inconsciente* debe ser totalmente psicoanalizado en una cultura científica. El pensamiento científico reposa en un pasado reformado. Está esencialmente en estado de continua revolución. Actualmente vive de axiomas y técnicas, es decir, de pensamientos verificados y de experiencias que han hecho, con gran precisión, sus demostraciones de validez. La ciencia, en estas condiciones, no gana nada si se le proponen falsas continuidades, cuando se trata de dialécticas abiertas. Pues nada, absolutamente nada, legitima un cambio de filiación de las transmutaciones alquimistas a las transmutaciones nucleares. Dejar que se suponga esta filiación, es confundir los valores, es faltar precisamente al deber filosófico de institucionalizar los valores propiamente científicos, al establecer estos valores en su autonomía.

Para institucionalizar estos valores realmente científicos, hay que situarse en el eje de los *intereses* científicos. A falta de intereses realmente científicos, el pensamiento se expone a las mayores desviaciones con respecto a los resultados de la ciencia. De todos modos, la técnica de transmutaciones no puede comprenderse sin pedir al lector un esfuerzo de pensamiento presente, sin falsa historia. Es preciso que el lector sepa al menos dónde se sitúan los problemas para juzgar sobre el valor de las soluciones.

Es fácil, por otro lado, hacer ver la contradicción filosófica entre los «trabajos» de alquimia y las investigaciones nucleares. El alquimista buscaba un cambio de cualidades. Intentaba, por ejemplo, un cambio de colores, confiando en el carácter sustancial del color. Llegar a convertir el plomo en amarillo, es una primera aspiración, es un programa. Con simiente gris, con el germen del plomo, qué gran sueño poder madurar la substancia y obtener realizando las metáforas, cosechas de oro. Más aún, si el

1. Cf. C. G. Jung, *Psychologie und Alchemie*, Zurich, 1944.

trabajo de alquimia pudiera hacer el plomo *más pesado,* si se pudiera convertir el plomo en tan *pesado* como el oro, casi se habría alcanzado la transmutación.

De hecho si nos guiáramos por los pesos atómicos la transmutación del plomo en oro debería hacerse, por el contrario, aligerando el peso atómico del plomo. El nuevo programa debiera ir, pues, en sentido opuesto al antiguo. Pero cómo resolver esta paradoja fenomenológica, cómo hacerla comprensible a un lector moderno, si previamente no hemos dividido la fenomenología de la materia en sus tres niveles: nivel de las experiencias físicas — nivel de las experiencias químicas — nivel de las experiencias nucleares. Por el contrario, una vez hecha la separación, se puede hacer comprender que la *densidad* corresponde a una noción exclusivamente *física,* una noción válida únicamente en el primer nivel. Sin duda esta noción ha podido servir para *designar* claramente substancias químicas particulares. Pero si pensamos en la concepción de una química esencialmente intermaterialista, de una ciencia que estudia las relaciones equilibradas entre las substancias que se combinan entre sí para dar substancias nuevas, la noción de densidad se relega a su papel de *simple designación preliminar,* trabajar en la densidad como intentaban los alquimistas, era trabajar a un nivel superficial de la fenomenología, lejos de los factores activos de la transmutación.

El factor activo ni siquiera es un factor químico. Es la Z del núcleo. Es el número de protones en el núcleo del átomo. Si la transmutación «soñada por los alquimistas» debe hacerse, hay que transformar la igualdad $Z = 82$ de plomo en $Z = 79$ de oro. Se trata de una transformación *eléctrica,* o mejor aún, de una transformación protónica. La técnica nuclear sólo puede realizar con éxito esta transformación si logra suprimir de cada átomo de plomo tres protones. Si opera esta sustracción el resto se da por añadidura: las propiedades

químicas, las propiedades físicas, y las viejas metáforas del gran peso y del brillo solar.

Cuando no se puede trabajar a estos niveles, más allá incluso del primer nivel químico, al nivel protónico, es inútil cualquier tentativa de transmutación material. Es pues algo inútil plantear un falso problema en el origen de un problema verdadero, incluso absurdo comparar alquimia y física nuclear. Más bien es necesario que el pensamiento filosófico *acompañe* la técnica para plantear el problema de la sistemática de las substancias elementales al nivel en que aparecen las verdaderas filiaciones. Pero la perspectiva hacia las profundidades objetivas de lo real carecerá de contenido si quiere tomar sistemáticamente la claridad del conocimiento al primer esbozo de conocimiento, sin seguir la tarea de instrucción progresiva del pensamiento científico. El filósofo fenomenólogo declara constantemente que hay que volver a la cosa misma. ¿A qué cosa, a qué objeto de ciencia podríamos ligarnos cuando la cultura científica realiza precisamente un distanciamiento de los objetos primeros?

Cuando se señala a los filósofos esta profundización de la fenomenología necesaria para clasificar los valores de la experiencia científica, cuando se toma como pretexto para reconocer una *profundidad* en la objetividad, y correlativamente en la conciencia una jerarquía de racionalidad, responden a menudo con la vieja imagen escéptica de los velos de Isis, que por mucho que se le quitaran siempre conservaba los suficientes para ocultar su misterio. Rechazan este prodigio racionalista que nos hace descubrir cada vez más racionalidad cuando se liquidan las primeras ilusiones. Pues, en definitiva, la profundidad de la objetividad, tal como la explora la ciencia contemporánea, es, a cada descubrimiento, una extensión de racionalidad. Aumenta el poder de explicación. Cuando más profundamente va la experiencia, más sistemáticamente se organiza el saber.

Vemos cómo una técnica de la materialidad en profundidad va pareja, como decíamos antes, con un pensamiento que toma conciencia de su racionalidad, lo que para nosotros significa una renovación de la toma de conciencia. La conciencia de la racionalidad de un saber es un nuevo punto de partida para una fenomenología. Semejante toma de racionalidad denuncia por recurrencia la intencionalidad empírica de la conciencia primera, denuncia el ocasionalismo esencial de la conciencia al despertar. La conciencia de racionalidad liga al ser pensante a sí mismo en el propio ejercicio de su pensamiento. (...)

De todos modos, esta división de los niveles materiales, cuyo esbozo acabamos de hacer, acaba con todas las concepciones filosóficas vagas en las que la materia recibía caracterizaciones *generales*, como por ejemplo en el capítulo muy corto que Emile Boutroux consagra a la materia en su libro sobre *La contingence des lois de la nature*. Ahora hay que tomar la ciencia de la materia en su pluralidad, tomar la materia en sus instancias bien diferenciadas. Lo que para el filósofo era una prueba de contingencia se ha convertido en un campo de racionalidades cada vez mejor ordenadas, cada vez más jerarquizadas.

Esta contingencia blanda con la que el filósofo defendía su sistema de las ciencias se elimina en el examen concreto de los problemas científicos. Al buscar en la realidad pruebas de contingencia, parece como si el filósofo esperara instruirse frente al caos, delante de los fenómenos en bruto, sin desenredar. El filósofo perdería sus ilusiones de escéptico si participara no sólo en la puesta en orden de los seres de la materia, sino también en la creación de seres nuevos, creación operada sobre planes racionales cada vez mejor elaborados. (*Matérialisme*, cap. III, p. 103-105.)

2. Analogías inmediatas

No sería difícil mostrar cómo los caracteres indicadores del objeto *físico* han sido, en realidad, en el origen de la ciencia química, los primeros obstáculos para la definición del individuo químico. Pensemos únicamente en el carácter de solidez o de fluidez tan contingente desde un punto de vista químico, tan esencial desde un punto de vista físico.

Este fracaso es muy visible si se examina el punto de partida de las observaciones químicas en las obras del siglo XVIII. ¡Hay programa más vasto y a la vez más directamente conectado con la naturaleza que los propuestos por los Lémery, los Rouelle, los Baumé! Baumé proclama haber realizado con Macquer dieciséis cursos de química que comportaron cada uno más de 2.000 experiencias, que sumadas a más de 10.000 experiencias personales de Baumé, sobrepasan las 42.000 experiencias. Sin duda, un químico moderno consigue con ciertas dosificaciones, siguiendo la evolución de ciertas reacciones, acumular trabajos igualmente innumerables; pero se trata siempre de experiencias similares que pueden agruparse en clases poco numerosas en conjunto. Con Baumé, entramos en contacto con experiencias diversas e incluso heteróclitas.

Por otro lado, Baumé repite que la naturaleza ofrece un inagotable campo de estudio. De hecho, los estudios modernos tienen un pequeño contacto con el hecho natural e inmediato. Salidos de este campo estrecho, se desarrollan en profundidad. Todas las cuestiones son *indirectas*. Por el contrario, en el siglo XVIII, se abarca la naturaleza en toda su superficie. «Que el químico, dice Baumé [1], lance una mirada sobre los más pequeños productos que la naturaleza extiende ante él, y se sentirá humillado al ver la cantidad de experiencias que se ofrecen a sus investigaciones.»

1. Baumé, *Chymie expérimentale et raisonnée*, t. I. p. VII.

Tenemos, pues, al químico frente una diversidad que, a primera vista, parece que deba multiplicarse en vez de reducirse. Veamos ahora cómo la analogía actuará en este terreno *inmediato* y constatemos que no llega a organizarse, a convertirse realmente en una analogía *química*. Precisamente Baumé pretende que la naturaleza ofrece por *sí misma* el plan de reducción. Para él, en efecto, la armonía natural viene indicada a grandes rasgos por los intercambios químicos de la vegetación. «La vegetación es el primer instrumento que el Creador utiliza para poner la naturaleza en acción» [2]. La función de los vegetales «es la de combinar inmediatamente los cuatro elementos y servir de pasto a los animales». Luego vendrá la acción de los animales que «convierten en tierra calcárea la tierra vitrificable elemental ya alterada por la vegetación». La naturaleza dispone entonces de combustibles y de materia calcárea; los usa «de mil y una maneras». Como vemos, serían los *reinos* de la naturaleza los que proporcionarían el marco de los estudios químicos. Idea falsa y tan pobre en aplicaciones inmediatas, que su propio promotor, después de desarrollarla tranquilamente en el largo prefacio de su libro, no tarda en abandonarla cuando llega a los trabajos de laboratorio.

Incluso con vistas a un estudio profundo y preciso, debe rectificarse la analogía de primer examen. Este es el caso de los primeros ensayos de clasificación basados en los fenómenos de combustión. Estas acciones violentas se designan por sí mismas a los ojos del observador. Nada indica, sin embargo, que deban contar necesariamente como factores determinantes de una analogía de conjunto. En realidad, Baumé pensará un instante en clasificar los cuerpos según su poder de combustión —poder muy difícil de apreciar en el transcurso del siglo XVIII—, pero lejos de precisar este principio, Baumé

2. BAUMÉ, *loc. cit.*, t. I, p. 10.

intentará aproximarlo al motivo de analogía extraído una vez más de la intuición de los reinos naturales. Creerá poder tomar la combustión como un carácter químico propenso a distinguir, por un lado, los minerales (incombustibles) y, por otro, los cuerpos de origen vegetal y animal (combustibles). Así pues, existe siempre la misma tendencia a explicar el fenómeno químico por otro fenómeno de algún modo más inmediato, más general, más natural. Vemos como esta tendencia se dirige al encuentro de los caminos en los que la química moderna encontrará el progreso. La investigación química será fecunda cuando buscará la *diferenciación* de las substancias, más que una vana generalización de los aspectos inmediatos. (*Pluralisme*, cap. I, p. 30-33.)

3. La categoría filosófica de materia

[30] No es raro encontrar en los juicios de valor que el filósofo realiza sobre la noción de materia la huella de una verdadera antinomia.

En una primera serie de juicios de valor se considera, efectivamente, a la materia como un principio de esencial generalidad. Se trata de una entidad lo bastante general para sostener, sin explicarlas, todas las formas individuales, todas las cualidades particulares. No se le reconoce ninguna fuerza para mantener su forma. Incluso se la puede *privar* de sus cualidades. Son numerosos los textos de alquimia donde se indica este interés en descalificar a la materia para atribuirle después una cualidad elegida. Esta técnica se convierte en un movimiento de pensamiento filosófico bastante corriente, sin que el pensamiento filosófico, deje muy claro, en esta ocasión, el sentido de sus abstracciones. Desde esta perspectiva, la materia sólo se retiene por la cantidad. La materia sólo es entonces cantidad, cantidad inmutable, cantidad que se

conserva a través de cualquier transformación. Y así, bajo el signo de la cantidad, gracias a los principios de conversación, el filósofo abandona al sabio la noción de materia. De hecho, grandes sectores del conocimiento se desarrollan de acuerdo con los límites del reino de la materia. Considerando la materia por su masa, por su volumen, por su movimiento, una doctrina como la mecánica racional tiene un valor de explicación insigne. Pero incluso cuando el filósofo reconoce el éxito de tales explicaciones científicas, está dispuesto a denunciar el cuantitativismo como una abstracción.

Y este es el otro polo de la antinomia: en otra serie de juicios de valor, se considera a la materia como la raíz misma de la individualización, se le da con todos sus elementos, a menudo en su parte más pequeña, cualidades singulares, cualidades incomparables por esencia de una materia a otra. Sobre la materia tomada así como raíz de toda individualización se basa un irracionalismo radical. Y se desafía al científico a conocer la materia «a fondo» (cf. Boutroux, *Les lois naturelles*). Al cuantitativismo de la materia se opone entonces un cualitativismo. Y el filósofo pretende que intuiciones muy matizadas pueden por sí solas hacernos alcanzar la calidad. Toma la calidad en su esencia como se saborea un buen vino. Vive los matices. Vive «inmediatamente» la calidad como si la vida sensible superindividualizara aún la individualidad de la materia que se ofrece a la sensación.

Esta antimonia no resiste un estudio atento y paciente del mundo de la materia. Un estudio científico de los fenómenos materiales —si este estudio trabaja en ambos bordes de la antinomia— nos proporciona, a la vez, caracteres generales, contables, del conocimiento racional y caracteres particulares susceptibles de deficiniones experimentales precisas. Si seguimos los grandes progresos de la química comprobaremos a menudo esta doble determinación. Pero ya en el conocimiento común se establece

contacto, por un lado, con las constantes materialistas que superan la pobre generalidad con la que se quiere limitar el conocimiento de la materia y, por otro, se encuentra en las diversas materias propiedades muy bien especificadas que permiten un acuerdo particularmente claro entre los espíritus.

Efectivamente, comparar directamente las materias con las materias, hacer actuar una materia sobre otra materia, seguir la acción del fuego, del agua, de la luz sobre una materia, son experiencias inmediatas que pueden crear un acuerdo preliminar de los espíritus relacionado con el mundo material, acuerdo que será más claro cuando se impida con mayor claridad cualquier interpretación. Este acuerdo de los espíritus —aunque sólo fuera provisional— es ya una objección al irracionalismo innato que se coloca bajo el signo de la realidad material insondable. Se puede hablar, sin duda, de una *claridad materialista,* capaz de rivalizar con la *claridad geométrica.* Si el filósofo desarrolla su protocolo de dudas refiriéndose a los caracteres fluyentes de una materia, a la inconstancia de las cualidades materiales de la cera está, sin embargo, muy *seguro* de poder reemprender al día siguiente su meditación *acerca* de la cera. El filósofo tiene, por otra parte, el convencimiento de ser comprendido por los demás, cuando habla de cera. Este convencimiento no sería mayor si hablase de la forma de las *células hexagonales* de un dulce de cera. Hay especies materiales susceptibles de ser entre sí tan claramente distinguidas como el cono y la esfera en el terreno de las formas. No se confundirá nunca la cera con el alquitrán, como tampoco el hidromiel con la panacea de Berkeley. (*Matérialisme,* cap. II, p. 61-62.)

B) EL «MATERIALISMO RACIONAL»

1. Clasificación de los elementos

a) *Un «pluralismo coherente»*

[31] Estudiando el principio de las investigaciones que nacieron con la organización de las substancias elementales de Mendeleev la *ley domina al hecho,* que el orden de las substancias se impone como una racionalidad. ¿Qué mejor prueba se puede alegar sobre el carácter racional de una ciencia de las substancias que llega a predecir, antes de su descubrimiento efectivo, las propiedades de una substancia todavía desconocida? El poder organizado del cuadro de Mendeleev es tal que el químico concibe la sustancia en su aspecto formal antes de discernirla bajo las especies materiales. El género domina a la especie. En vano se nos objetará una vez más que ésta es una tendencia particular y que la mayor parte de químicos, en su trabajo cotidiano, se ocupan de substancias actuales y reales. No es menos cierto que una metaquímica ha nacido con el cuadro de Mendeleev y que la tendencia ordenadora y racionalista ha conducido a éxitos cada vez más numerosos, cada vez más profundos.

Debe señalarse un rasgo nuevo, se trata del interés de *completividad* que se manifiesta en la doctrina de las sustancias químicas. El realismo que coloca naturalmente el objeto delante del conocimiento se confía, a veces, al dato siempre gratuito, siempre posible, nunca acabado. Por el contrario, una doctrina que se apoye sobre una sistematización interna provoca la ocasión, construye lo que no se le da. Completa y acaba heroicamente una experiencia descosida. A partir de ahí, *lo desconocido está formulado.* La química orgánica ha trabajado con esta orientación, también ha conocido la cadena antes que los eslabones, la serie antes que los cuerpos, el orden antes

que los objetos. Las substancias han sido entonces como depositadas por el empuje del método. Son las *concreciones* de circunstancias escogidas en la aplicación de una ley general. Un poderoso *a priori* guía la experiencia. Lo real es sólo realización. Parece incluso que lo real sólo sea instructivo y seguro si ha sido realizado y, sobre todo, si se ha vuelto a colocar en su lugar adecuado, a su nivel de creación progresiva.

Nos acostumbramos también a pensar sólo en aquello que se ha situado en lo real. No se deja espacio a lo irracional. La química técnica tiende a eliminar las aberraciones. Quiere construir una substancia normalizada, una *substancia sin accidentes.* Está tan segura de haber encontrado *el mismo* que lo determina en función de su método de producción. Si, como dice Roger Caillois [1], el racionalismo se define por una sistematización interna, por un ideal de ahorro en la explicación, por una prohibición a recurrir a principios exteriores al sistema, hay que reconocer que la doctrina de las substancias químicas es, en su conjunto, un racionalismo. Poco importa que este racionalismo dirigente mande sobre un ejército de realistas. El principio de la investigación de las substancias está bajo la dependencia absoluta de una ciencia de principios, de una doctrina de normas metódicas, de un plan coordinado en el que lo desconocido deja un vacío tan claro que la forma del conocimiento ya está prefigurada.

Si hemos podido hacer partícipe al lector de nuestra convicción de la repentina supremacía de los valores de coherencia racional en la química moderna, si hemos podido darle la impresión que algunas funciones de la filosofía kantiana pueden servir para designar ciertas tendencias que actúan en el conocimiento de las substancias, lo más duro de nuestra tarea no está hecho y lo que queda pendiente es aparentemente muy decepcionante, porque

1. Roger CAILLOIS, *Le mythe et l'homme*, p. 24, nota.

tenemos que demostrar que el kantismo de la sustancia, apenas instalado en la química contemporánea, se dialectizará. (*Philosophie du Non*, cap. III, p. 58-59.)

b) *Dialéctica*

[32] Creemos que la dialéctica se desarrolla en dos direcciones muy diferentes —en comprensión y en extensión — bajo la substancia y junto a la substancia — en la unidad de la substancia y en la pluralidad de las substancias.

En primer lugar, bajo la substancia, la filosofía química ha situado esquemas y formas geométricas que, en su primer aspecto, eran muy hipotéticas, pero que, por su coordinación en un vasto conjunto doctrinal, se valorizan poco a poco racionalmente. Aparecen entonces en la química verdaderas funciones numenales, en particular en la química orgánica y en la química de los complejos. No nos situamos frente la noción de fórmula desarrollada diciendo que esta fórmula es una representación convencional; se trata más bien de una *presentación* que sugiere experiencias. De la experiencia primera a la experiencia instruida, hay el paso de la *substancia* a un *sustituto*. La fórmula desarrollada es un sustituto racional que da a la experiencia un recuento claro de las posibilidades. Desde aquel momento hay experiencias químicas que parecen *a priori* imposibles porque no están permitidas por las fórmulas desarrolladas. En el orden de los fenómenos, las cualidades sustanciales no indicarían en absoluto tales exclusiones. *Viceversa*, hay experiencias que nunca habríamos pensado en desarrollar, si no hubiéramos previsto *a priori* su posibilidad confiándose en las fórmulas desarrolladas. *Razonamos* acerca de una substancia química a partir de que hemos establecido su fórmula desarrollada. Vemos pues como, en adelante, a una substancia química se asocia un verdadero numen. Este numen es

complejo, reúne varias funciones. El kantismo clásico lo rechazaría; pero el no-kantismo, cuyo papel consiste en dialectizar las funciones del kantismo, puede aceptarlo.

Naturalmente, se nos objetará que este numen químico está lejos de la *cosa en sí*, que está en estrecho contacto con el fenómeno, traduciendo a menudo, término a término, en un lenguaje racional, caracteres que podrían expresarse en el lenguaje experimental. En especial se nos objetará que tomamos ahora nuestros ejemplos de una químicas de las substancias complejas, y que el carácter filosófico de la idea de substancia se aprecia en la *substancia simple*. Pero esta última objección no se sostiene ya que el carácter numenal hace su aparición en la doctrina de las substancias simples. Efectivamente, cada substancia simple recibe una subestructura. Y como hecho característico, esta subestructura ha resultado ser de esencia totalmente distinta a la esencia del fenómeno estudiado. Explicando la naturaleza química de un elemento a través de una organización de corpúsculos eléctricos, la ciencia contemporánea establece una nueva ruptura epistemológica. Una especie de no-química se constituye para sostener a la química. Y no nos engañemos, no hemos situado a la fenomenología eléctrica en la fenomenología química. En el átomo las leyes de la fenomenología eléctrica también se desvían, se dialectizan. De modo que una electricidad no maxwelliana se ofrece para constituir una doctrina de la substancia química no-kantiana. Los descubrimientos modernos se expresan muy mal en una frase predicativa: «En el fondo la materia es eléctrica». Esta forma realista desconoce la importancia de la física interna de la substancia. (*Philosophie du Non*, cap. III, p. 59-60.)

c) *Constitución de la sistemática*

[33] Con motivo de todos los obstáculos encontrados por los ensayos de clasificación, hay que llegar hasta la

segunda mitad del siglo XIX para que el problema de una sistemática de los elementos de la materia se plantee en una perspectiva clarificadora.

Si se hubieran de señalar con rasgos algo toscos las revoluciones de ideas mediante las cuales se renueva la ciencia, se podría hablar, en primer lugar, de la era analítica de Lavoisier, seguidamente de la era sincrética de Mendeleev. Los trabajos de Mendeleev que tuvieron en vida del autor muy poca repercusión, adquirieron cincuenta años después de su aparición, una importancia considerable, hasta tal punto de la tabla de Mendeleev, varias veces modificada, es una de las páginas más filosóficas de la ciencia. La tabla que establece como una totalidad orgánica el conjunto en otro tiempo indeterminado de los cuerpos simples funda realmente la *química sincrética.*

Vamos a mostrar la coherencia de la sistemática de los cuerpos simples realizada por Mendeleev.

En vez de las clasificaciones lineales que organizan los elementos por familias, sin organizar nunca entre sí las familias de elementos, la tabla de Mendeleev pone en pie un *orden cruzado,* un orden con dos variables. En un principio no se distinguen muy claramente ambas variables; sólo llegan a designarse bien en una información eléctrica muy avanzada que no podía aparecer en las primeras formas del sistema. Pero los distintos papeles de estas dos variables ordinales se multiplican con el progreso de la ciencia y podemos decir que en cada década, desde hace tres cuartos de siglo, se comprende mejor la significación del orden cruzado que es el principio de la tabla de Mendeleev.

La idea rectora de Mendeleev ha sido tomar, como primer motivo de ordenación para los cuerpos simples, al peso atómico y, como segundo motivo, la valencia química. Escribiendo en una línea horizontal el conjunto de cuerpos simples siguiendo el orden creciente de los pesos

atómicos, interrumpía la primera línea para poner en columnas verticales los cuerpos simples de valencia equivalente. Acabada la segunda línea empieza otra siguiendo el mismo proceso para poner poco a poco en columnas a las valencias. Nada más simplemente totalizador que esta clasificación que pone en marcha las dos nociones de peso atómico y de valencia química que dominan la química clásica. (*Matérialisme*, cap. III, p. 91-92.)

d) *La noción de peso atómico*

[34] Pero veamos con más detalle esta noción de *peso atómico* que parece tener en las primeras formas de la tabla de Mendeleev un privilegio en el orden. Esta noción de peso atómico, si aislamos las fases de su evolución, puede efectivamente servirnos de argumento para el polifilosofismo que defendemos en esta obra.

En la corta historia de esta noción que sólo tiene en realidad un siglo y medio de existencia hay épocas en las que no se vacila en afirmar el *realismo* de la noción y otras épocas en las que se señala una voluntad explícita de limitarse al *positivismo de la experiencia.* Se quiere entonces manejar símbolos, confiarse a un simbolismo organizador, pero sin ir más lejos. No hace mucho tiempo que en la enseñanza —con retraso una vez más respecto a la ciencia efectiva— se insistía en el carácter de *hipótesis* de la noción de átomo. Se aconsejaba entonces decir que el *peso atómico* no es un *peso* ya que sólo designa las relaciones equilibradas de los cuerpos que entran en composición. Si el peso atómico fuera realmente el peso *de un átomo,* debería ser un número *absoluto.* En las primeras determinaciones, y durante todo el siglo XIX, el peso atómico era un número *relativo,* un número que indicaba una *relación* de peso. El verdadero nombre de la sistemática de los dos pesos atómicos en la química del siglo XIX hubiera debido ser: tabla de los números pro-

porcionales determinando la composición, en cuerpos simples, de los cuerpos compuestos. Sólo después de los trabajos de la escuela atómica del siglo XX —particularmente la escuela de Jean Perrin— se pudo determinar el número absoluto de átomos contenidos en un peso determinado de substancia y calcular el *peso absoluto* de un átomo de una substancia designada.

Así pues, sobre esta noción particular de peso atómico, se puede seguir la evolución de la filosofía química, filosofía que accede lentamente al *realismo preciso* gracias a la organización racional de una experiencia comparativa esencialmente compleja. Basta con seguir esta evolución que conduce a un *realismo científico* para ver cuán inertes son las tesis de un *realismo inmediato,* realismo que está siempre dispuesto a alinear todo su saber a partir de una experiencia particular. Por sus técnicas múltiples y sus teorías cada vez más racionales, la química contemporánea determina un verdadero «espectro filosófico» que sitúa los diversos matices de una filosofía primitivamente tan simple como el realismo.

Nos engañaríamos, además, si detuviéramos la filosofía científica en un estado particular de la ciencia, aunque fuera el estado presente. Persiste en el espíritu científico una historia viva. Es una historia muy visible, evidentemente activa, al nivel de la noción de peso atómico. Como un hecho imborrable, como el hecho de una cultura activa, subsiste el hecho histórico: *el peso atómico es un peso relativo que se ha convertido en absoluto.* Este *convertirse* todavía debe introducirse en toda educación científica sana. Y cualquier químico conserva en su espíritu la marca de su devenir. En muchos de sus pensamientos el químico todavía utiliza la noción de peso atómico bajo su aspecto de número proporcional de combinación (noción muy positiva, simple traducción de las *relaciones* de equilibrio encontradas en los análisis y las síntesis del laboratorio de química). Pero el químico

sabe que el físico ha levantado las hipótesis y que ahora es posible traducir al lenguaje *realista* las distintas relaciones de equilibrio expresadas en el lenguaje *positivista*. El lenguaje realista es más fuerte, confirma el químico en lo bien fundado de las nociones teóricas; permite al químico ligarse más a los esquemas atómicos sin abandonar la prudencia que domina en el laboratorio.

Así al peso atómico corresponde, de hecho, un *concepto caracterizado por un futuro epistemológico*, un concepto que conserva sus lazos históricos. Un filósofo que marcase con un sólo trazo la filosofía de este concepto se imposibilitaría para seguir la actividad filosófica real del sabio. Estas simplificacioens filosóficas desembocan en filosofías univalentes, filosofías siempre escépticas respecto a las tesis adversas, pero fácilmente convencidas de las tesis dogmáticamente profesadas.

En particular, si nos alejamos de las tesis generales, si se determinan los valores filosóficos al nivel de los problemas particulares, no se puede aceptar como un dilema la elección que propone Meyerson: realismo o positivismo. El positivismo no se deja desposeer fácilmente y el realismo cambia de carácter al cambiar de nivel. Precisamente, en el problema que nos ocupa, la designación electrónica de los diversos tipos de átomos desplazará y precisará el *realismo* de la noción de elementos químicos. Hubo un tiempo, efectivamente, en que la sistemática fundada por Mendeleev sobre un fenomenología puramente química fue *profundizada* positivamente por una organización que ya no corresponde al aspecto propiamente químico. A la noción de peso atómico le sucede —como variable organizadora de la tabla de Mendeleev —una noción fenomenológicamente más abstracta: la noción de *número atómico*. Al principio este número atómico era un verdadero *número ordinal;* era, en definitiva, el número que determinaba las filas de substancias elementales en la serie de diversas líneas horizontales de la

tabla de Mendeleev. Filosóficamente el progreso alcanzado al nivel de la noción de número atómico ha consistido, precisamente, en el paso de función *ordinal* a la función *cardinal*. Ha sido posible comprender que con esta noción no sólo se *ordenaban* los elementos, sino que también se *contaba* algo. En efecto, correlativamente a la noción de familia de elementos químicos se establece una noción contigua, pero realísticamente más profunda: la noción de *estructura electrónica*, que revela una contabilidad cardinal de electrones.

Así pues, desde principios del siglo XX, la fenomenología de las substancias elementales se desdobló y una sistemática específicamente electrónica se instituyó como base de la sistemática química de Mendeleev. Por este motivo las doctrinas de la materia acogieron nuevos tipos de explicación, fundados sobre un verdadero campo de racionalidad provisto de principios autónomos: la mecánica cuántica. Un nuevo objeto, el electrón, reclama, en efecto, principios de organización específica, tales como el principio de exclusión de Pauli. (*Matérialisme*, cap. III, p. 92-93.)

e) *Número atómico: una de las mayores conquistas teóricas del siglo*

[35] La justificación (de las perturbaciones ordinales de la tabla de Mendeleev debía) poner en la vía de un concepto sorprendentemente fecundo cuya formación sigue un progreso tan continuo que es difícil distinguir el instante en que este concepto se impuso en la ciencia. Queremos hablar de la noción de *número atómico*. Intentaremos ahora describir la formación de esta noción, pues constituirá el principal factor de la armonía material. Para nosotros es una de las mayores conquistas teóricas del siglo.

Sin duda debía parecer muy audaz abandonar los pe-

sos atómicos como base de clasificación. Efectivamente, demostraban ser parámetros extraordinariamente sensibles, superando la precisión necesaria para clasificar las propiedades generales. Por otra parte a fines del siglo XIX, se referían sistemáticamente a los caracteres puramente fenomenológicos de la ciencia: ya que los fenómenos nos aparecen solidarios, no importa la raíz, sin duda escondida para siempre, de su relación; la tarea realmente positiva debe reducirse a la descripción de las relaciones y para esta descripción sólo hay razones de comodidad para hacernos preferir una variable a otra. Otras tantas razones para descuidar cualquier discusión acerca de la realidad fundamental de una variable distinguida en la base de una descripción fenomenológica. Además, para cambiar de variable, ¿por qué no se adopta una variable que sea aparente en el fenómeno, una cantidad que podamos poner en evidencia y medir en una experiencia?

Sin embargo, acabamos por dirigirnos a una variable que parecía extraordinariamente posible, porque se acaba por elegir, como elemento determinante fundamental, el simple número que fijaba el orden del elemento químico en la tabla de Mendeleev como si el número de las páginas de un libro pudiera aclararnos su estructura. Pero lo que aún sorprende más es que esta variable, que era en un principio una simple señal, que en un primer momento no tenía ningún carácter experimental, ningún carácter cuantitativo, adquirió poco a poco un valor explicativo más amplio y más profundo. Se ha convertido en un valor teórico particularmente claro y sugestivo; se le ha encontrado un sentido aritmético muy simple. Actualmente, esta variable solidaria del conjunto de cuerpos da realmente la medida de la realidad química de los diversos elementos. (*Pluralisme*, cap. VIII, p. 133-135.)

[36] ¿Qué es, pues, el número atómico que caracteriza un elemento químico dado? Es el *número de electro-*

nes contenido en uno de sus átomos. Entonces se aclara todo en una nueva explicación electrónica de la sistemática química: el principio ordenador es el número atómico, no es el peso atómico. Y si el sistema de Mendeleev ha podido constituirse ha sido gracias a un paralelismo (paralelismo por otra parte imperfecto) entre el crecimiento del peso atómico y el crecimiento del número atómico varía de 1 a 92, unidad por unidad este número permite numerar las casillas de la tabla de Mendeleev.

Si los filósofos meditaran este paso del ordinal al cardinal, serían menos escépticos acerca de los progresos filosóficos del pensamiento científico.

Veamos ahora la relación entre el número atómico y las consideraciones de estructura para los diferentes tipos de átomos. Los *períodos químicos (longitud de las líneas horizontales de la tabla)* se desarrollan cada uno siguiendo el número progresivamente creciente de los electrones en la capa externa de los diferentes átomos del período. Por otra parte, la designación de familias químicas se hace según el número de electrones en la capa externa. Cuando la capa externa contiene un electrón, el elemento es alcalino, cuando contiene dos electrones, el elemento es alcalino-térreo... Con siete elementos en la capa externa tenemos la familia de los halógenos; con ocho electrones, la familia de los gases inertes. Así las familias químicas, por muy difíciles que hayan sido de agrupar por la fenomenología estrictamente química ayudada por las consideraciones de valencia que estaban ligadas a las leyes de Faraday sobre electrólisis, quedan claramente explicadas eléctricamente o, para hablar de un modo más exacto, las familias químicas son explicadas *electrónicamente.*

Siendo así, si tenemos en cuenta la cantidad considerable de puntos de vista teóricos y de organizaciones técnicas que reclama la noción de electrón, debemos convenir que la sistemática química si se basa en esta noción, re-

cibe un carácter filosófico nuevo, el mismo carácter que hemos puesto bajo el signo de un racionalismo aplicado. La organización electrónica, tomada como un nuevo campo de racionalidad aclara indirecta, pero profundamente, nuestro saber empírico. La tabla de Mendeleev, reorganizada a partir de los conocimientos actuales accede a un verdadero racionalismo aritmético de la materia; dicho de otro modo, la tabla de Mendeleev es un verdadero ábaco que nos enseña la aritmética de las substancias, que nos ayuda a aritmetizar la química.

Hay que valorar bien esta diferencia filosófica esencial: la materia no es eléctrica *substancialmente;* es electrónica *aritméticamente.* La ciencia de la materia escapa pon esta revolución epistemológica a las fantasías de los filósofos irracionalistas. Efectivamente, todo aquello que el irracionalista postulaba como *substancia* se designa como *estructura.* En vano, en su embriaguez de lo insoldable, el filósofo irracionalista objeta al científico contemporáneo: «*En el fondo* usted no sabe lo que es la *substancia* del electrón», en vano el filósofo irracionalista cree poder transportar la ingenuidad de sus preguntas al más allá substancialista del corpúsculo constituyente. Predicando una especie de trascendencia de la profundidad substancialista, el filósofo irracionalista no hace más que taparse los oídos. El filósofo irracionalista quiere ver siempre las cosas *a su manera.* Pretende limitarse a las cuestiones *primitivas.* Se niega al largo aprendizaje que ha permitido al científico rectificar las perspectivas iniciales y abordar una problemática precisa. ¿Cómo podría entonces plantear las preguntas que nacen precisamente de una inversión de las relaciones de la substancia y de la cualidad?

Para comprender esta inversión hay que afirmar: las cualidades substanciales están *por encima* de la organización estructural; no están *debajo.* Las cualidades materiales son hechos de composición, no hechos en una

substancia íntima de los componentes. Tocamos un límite en el que el realismo ya no se interioriza, en el que precisamente el realismo se exterioriza. Esta revolución epistemológica de la doctrina de las cualidades materiales aparecerá con mayor claridad cuando la hayamos estudiado en un capítulo especial. Pero desde ahora debemos comprender que la dualidad de la organización electrónica y de la organización química conlleva una dialéctica que no puede dejar en su inmovilidad la doctrina tradicional de las cualidades substanciales.

De todos modos, sin aventurarnos aún en una filosofía de las cualidades materiales, podemos constatar una diferencia filosófica esencial entre los períodos de la primitiva tabla de Mendeleev, basada en las cualidades químicas y el período de la tabla moderna basada en las estructuras electrónicas. Los períodos primitivos tal como aparecieron en las encuestas empíricas, son hechos sin explicación. Todavía están ligados a la periodicidad de las cualidades a menudo imprecisas, a veces mal medidas, estudiadas por Lothar Meyer. Pero cuando la valencia química se explica con organizaciones electrónicas, el empirismo de partida aparece como un *conocimiento en primera posición,* conocimiento que constata pero no explica. La teoría electrónica toma entonces la función de un orden de razones que explican los hechos. Esta jerarquía en los hechos y las razones no debe borrarse. Hablar todavía de empirismo absoluto cuando se alcanza tal capacidad de dialéctica y de síntesis, supone confundir los matices, rechazar precisamente, en la valoración de los pensamientos científicos, los matices filosóficos. No se toma entonces la sorprendente instrucción filosófica que acompaña los progresos modernos del conocimiento científico. (*Matérialisme,* cap. III, p. 95-97.)

f) *La noción de valencia*

[37] La doctrina de las valencias químicas, incluso si sólo examinamos el período moderno, puede (...) desarroarllse en dos formas según sistematice el aspecto propiamente químico o se plantee correlaciones electrónicas bajo el fenómeno químico de las valencias. Pero ya que el electrón localizado no sigue la mecánica clásica, ya que el electrón en el átomo y la molécula obedece a los principios de la mecánica cuántica, nos encontramos en una dialéctica fundamental. Se exige una reforma radical de la comprensión si queremos comparar las explicaciones químicas clásicas y las explicaciones electrónicas. Si pudiéramos vivir realmente esta alternativa, seguir ambos desarrollos paralelos de una ciencia realmente doblemente activa, nos veríamos recompensados por una *doble comprensión.* En estas ideas doblemente ciertas encontramos una gran confirmación de verdad o, como dirá Victor Hugo, «esta idea bifurcada se hace eco a sí misma»[1].

Nuestra intelencia se ve estimulada por la alegría de comprender dos veces, de comprender desde dos puntos de vista distintos, de comprender *de otro modo,* creando en nosotros mismos una especie de conciencia de *alter ego.* Cuando Hegel estudiaba el destino del ser racional en la línea del saber sólo disponía de un racionalismo lineal, de un racionalismo que se temporalizaba en la línea histórica de su cultura realizando los momentos sucesivos de diversas dialécticas y síntesis. El racionalismo que se ha multiplicado tan claramente en la filosofía matemática moderna debido a la multiplicidad de las dialécticas de base, a la oposición de los axiomas, recibe, en el campo de la física y de la química contemporáneas, una gran cantidad de líneas de cultura que se orientan

1. Victor Hugo, *William Shakespeare,* p. 221.

hacia el mismo objeto. Este racionalismo de varios registros, estos pensamientos con doble historia, nos obligan a librar el espíritu de una historia demasiado lejana. Estas dobles filiaciones tienden a ponernos al día en la cultura racionalizada. (*Matérialisme,* cap. IV, p. 138.)

2. El simbolismo químico

[38] En otro tiempo, la prequímica tenía como tarea principal estudiar las «misceláneas», las *mezclas* materiales. Es curioso ver a la ciencia contemporánea estudiando verdaderas *misceláneas de teoría*. En esta cooperación de principios teóricos se manifiesta la intensa actividad dialéctica a la ciencia contemporánea.

Esta «miscelánea de teorías» determina una curiosa *miscelánea de símbolos* que, a nuestro parecer, merece la atención del filósofo. La tarea del simbolismo de la que queremos hablar afecta al trazo de unión que la química elemental ha hecho familiar situándolo en todas las fórmulas desarrolladas para indicar las valencias intercambiadas, como por ejemplo, en la fórmula desarrollada de la molécula de agua:

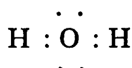


H — O — H

En primer lugar, ya que tenemos que distinguir en adelante la electrovalencia y la covalencia, es necesario que el simbolismo se escinda. Para indicar las electrovalencias, se utilizarán los signos + y — , que reciben un significado eléctrico, el anión tendrá el signo + y el castión el signo — . De este modo para explicitar el carácter heteropolar del ácido clorhídrico lo escribimos H^{+} Cl^{-}. Los aniones que tengan dos electrovalencias tendrán no uno sino dos signos + como exponente. Estos aniones deberán, en una molécula de carácter héteropolar, estar

asociados a cationes que lleven dos signos de exponente.

Pero, ¿cómo representar la covalencia? La covalencia se debe al apareamiento de dos electrones. Es pues muy natural que se represente la unión de covalencia con dos puntos. En lugar de la rayita horizontal, se tomará como símbolo, en el caso de la covalencia, dos puntos colocados verticalmente. En vez del tradicional signo químico (—), tendremos el signo electrónico (:) y la fórmula del agua desarrollada electrónicamente será:



pues en la molécula del agua, las uniones son uniones covalentes.

Aquí entra en acción una dialéctica tan rápida y tan fina cuyo valor podría desconocerse. Esta dialéctica articula sin embargo dos períodos distintos de la historia de la química (...). Esta dialéctica, que desconcierta por un momento como cualquier gran dialéctica, consiste en conservar *el guión dándole la significación de los dos puntos electrónicos.*

Veamos una breve historia de este cambio de *puntuación materialista.*

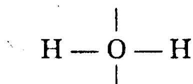
El gran químico R. Robinson propuso reinstalar la rayita dándole una significación electrónica[1]. Bernard Eistert presenta este traslado de significado simbólico en estos términos[2]: «La rayita no simboliza únicamente una relación abstracta de valencia entre dos átomos, sino una relación muy concreta, ya participación común de dos átomos con dos electrones. Y podemos dar un paso todavía más decisivo definiendo, según la propuesta de R. Robinson, la rayita como el símbolo de dos electrones (par o doblete de electrones). Si se reúne por pares a los elec-

1. Kermack y R. Robinson, *Journ. Chem. Soc.*, London, 121, 433, 1922.
2. Bernard Eistert, *Tautomérie et mésomérie.*

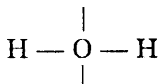
trones y si se representa cada par por una rayita se obtiene las fórmulas de Robinson.» Por ejemplo, la fórmula electrónica de la molécula de agua:



se convierte en la escritura de Robinson:



Cuando los dobletes de electrones son libres, Eistert propone una modificación suplementaria del simbolismo de Robinson, que consiste en no poner la rayita que corresponde al doblete libre en *situación radical,* sino en *situación tangencial,* tangente del núcleo de la molécula. En estas condiciones en vez de la fórmula de la molécula de agua según Robinson:



tendremos la fórmula de Eistert:

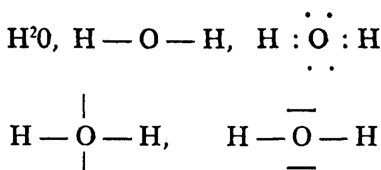


La tetravalencia del carbono se escribirá en el simbolismo de Estert:



De este modo una larga historia de la química se resume

en la serie siguiente de fórmulas que representan la molécula de agua:



Para apreciar correctamente todo el valor epistemológico de estas modificaciones del simbolismo, habría que comprobarlas en fórmulas más complicadas que las que corresponden a una pequeña molécula, como la molécula de agua. Como todos los valores constructivos, podemos apreciar su verdadero alcance al nivel de las relaciones más complicadas. Para desgracia de la filosofía de las ciencias debe expresarse en casos simplificados mientras que el pensamiento científico actúa en los casos más complejos. Pero el filósofo debiera tener confianza en el científico. El químico no complica los símbolos por capricho sino que sabe que debe hacerlos más adecuados a una ciencia que se complica al progresar. Como acabamos de exponer, el nuevo simbolismo depende más del pensamiento que el antiguo, encierra, no únicamente una verdadera historia de progreso, sino que aporta sugestiones a la investigación experimental. El simbolismo rectificado, enriquecido, tiene así cierto volumen filosófico, una profundidad epistemológica. Un filósofo, sonreirá, sin duda, cuando lea que siguiendo la frase de Robinson, «la rayita ha adquirido substancia». El filósofo no se sirve a tan bajo precio de la noción de substancia. Y sin embargo la expresión no viene con tanta facilidad a la pluma de un químico. Eistert y Dufraisse la adoptan. Basta con meditar sobre la dialéctica que, salida de la rayita pasando por una referencia a la *realidad* del doblete electrónico, vuelve a la rayita *cargada de sentido* para compren-

der la justeza de la designación substancialista indicada por Robinson. En definitiva, si el filósofo quiere juzgar sus categorías, debe examinarlas cuando funcionan, y mejor aún cuando funcionan delicadamente, sutilmente. ¿Puede quedar satisfecho con un acto enunciativo afirmando una substancialidad todavía sin condiciones, mientras que se le ofrecen tipos de substancialización, nuevos usos de la categoría de substancia que la reflexión filosófica no podía encontrar? En resumen. ¿No sería mejor para el filósofo buscar en el pensamiento filosófico tan activo, objetos concretos para sus discusiones, condicionamientos delicados susceptibles de matizar el uso de categorías? (*Matérialisme,* cap. IV, p. 132-135.)

3. La «socialización» de la química contemporánea

a) *Homogeneidad*

[39] Cuando el materialismo abandona la falsa claridad de una teoría de 4 elementos de 4 raíces simples del materialismo, se ve lanzado a investigaciones que se refieren a las materias terrestres, a los cuerpos tangibles; se encuentra situado de nuevo frente a la extrema diversidad de las materias sólidas. Se trata de reducir, y a ser posible ordenar, esta diversidad. La primera gestión consiste en romper con el mito filosófico de una especie de *diversidad en sí.* Para ello hay que tener en cuenta una noción que no ha retenido suficientemente la atención de los filósofos: la noción de *homogeneidad material.*

A simple vista podría parecer que la noción de homogeneidad fuera como una especie de *categoría* del materialismo. Es por muchos aspectos un reposo dentro del progreso de los conocimientos de la materia. Sin embargo este reposo es siempre provisional; es el punto de partida de una dialéctica materialista: el químico busca en

primer lugar la substancia homogénea, después pone en cuestión la homogeneidad, intentando detectar al otro en el interior del mismo, la heterogeneidad escondida dentro de la homogeneidad evidente.

Así pues, antes de desembocar en un repertorio de substancias homogéneas, de especies químicas, de materias fundamentales, el químico requiere numerosas observaciones y experiencias. La realidad sólo ofrece a menudo mezclas groseras, confusas diversidades. Un «análisis inmediato», según el término utilizado en los tratados de química es, pues, una indispensable técnica preliminar. Sin embargo, esta técnica elemental es también una historia. Cada época reconsidera la doctrina de las substancias homogéneas. Se podría escribir toda la historia de la química relatando las exigencias de homogeneización en los diversos estadios del progreso de la experiencia. La substancia homogénea es un posible punto de partida para un estudio de la materia. Cuando una materia es homogénea, parece que tenga un signo substancial. Escapa, por algunos lados, a la categoría de la cantidad: 2 gr. de oro y 5 gr. de oro manifiestan del mismo modo la substancia *oro.* Una substancia puede considerarse materialmente bien definida cuando ya es homogénea. Esta substancia es el motivo de un conocimiento materialista *claro* y *preciso.* Con la consideración de las substancias homogéneas es posible un cartesianismo materialista riguroso. Parece como si una especie de *lógica materialista* basada en la experiencia química maneja las materias homogéneas del mismo modo que la lógica formal maneja términos bien definidos. El metal desafía la atención discriminadora. Da al químico una conciencia clara del mismo. Una substancia química puede cambiar de forma siendo la *misma.* Esta constatación, sin duda muy banal, adquiere sin embargo una nueva tonalidad si nos planteamos su aplicación por el químico. Lo veremos mejor si recordamos —volveremos sobre este punto— los tiempos en que

el alquimista incorporaba vida a las substancias, profesaba el futuro de las substancias más homogéneas. En el pensamiento científico moderno, el *mismo* es *inmóvil*. Con la química entramos en el reino de las substancias *claras*, en el reino de las substancias que la técnica clarifica dándoles una homogeneidad total. (*Matérialisme*, cap. II, p. 62-63.)

[40] Constantemente debemos insistir en la fenomenología de las substancias homogéneas, aunque, parece ser, pueda encontrar ejemplos en substancias naturales, se equipara a la fenomenotécnica. Se trata de una *fenomenología dirigida*.

Olvidaríamos un carácter importante si descuidáramos el aspecto social de la encuesta materialista. En el umbral del materialismo instruido, se nos deben señalar las substancias materiales fundamentales. Seguramente encontraremos un niño genial que reflexionando sólo reconstruya la geometría de Euclides con círculos y barras. Es impensable encontrar un materialista genial que reconstruya la química, lejos de los libros, con piedras y polvos.

Es extraño que ciertos científicos desconozcan este dirigismo esencial de la ciencia moderna. Podemos leer, por ejemplo, una página curiosa en la que el químico Liebig pretende que: «si se reuniera en bloque, sobre una mesa, los 56 cuerpos simples, un niño podría separarlos en dos grandes clases según sus propiedades externas» (los metales y los metaloides)[1]. Esta afirmación no tiene la más mínima verosimilitud; ningún espíritu nuevo, dedicado al empirismo inmediato, pondrá en una sola y única categoría: el azufre, el bromo, el yodo, el oxígeno. Es imposible construir sin un maestro la categoría de los metaloides.

1. LIEBIG, *Lettres sur le chimie*, 1845, p. 34. El número 56 corresponde al de los elementos que eran conocidos en esa época.

Son raros los científicos que gustan de restituir los caminos reales de su cultura; viven con demasiada intensidad la cultura presente para interesarse en el oscuro pasado de las nociones. Un hombre tan positivo como Liebig da a sus certezas de profesor un peso psicológico dominante. Ésta es una prueba de que los documentos psicológicos de los mejores científicos deben someterse a la crítica. La psicología del espíritu científico está por hacer.

Si seguimos los progresos del materialismo instruido, vemos que apenas podemos confiar a una homogeneidad sensible, a una homogeneidad de un *dato*. La homogeneidad retenida por la ciencia ha pasado por la instrucción del intermaterialismo, ha sido obtenida *indirectamente* aplicando técnicas comprobadas, técnicas continuamente rectificadas. Caracteriza una época científica. Fuera de los métodos de homogeneización basados científicamente, la homogeneidad tiene un valor dudoso. Por ejemplo cuando en l'*Encyclopédie* (artículo: yeso) se define el yeso muy cocido por «cierta untuosidad, y una grasa que se pega a los dedos cuando se la maneja», se impide una encuesta más objetiva. Esta «grasa» del yeso nos remite a un sartrismo *avant la lettre*, a una filosofía existencialista orientada a espaldas de la perspectiva del materialismo combinador, del materialismo que busca sus pruebas en una correlación explícita de las substancias, despojando precisamente esta relación de la sensación directa. ¿Está bien cocido el yeso? Cojamos primero una muestra y desmenucémosla: determinemos la combinación yeso y agua. Esta prueba nos permitirá un juicio objetivo. Todos los caracteres recogidos por la ciencia de las materias deben ser post-experimentales. Todos los datos sólo se reciben provisionalmente. (*Matérialisme*, cap. II, p. 65-66.)

b) *Simplicidad*

[41] Las primeras substancias que habían de recibir el estatuto de *cuerpos simples* fueron —salvo algunas excepciones como el azufre— metales. Hay que llegar a los tiempos modernos, especialmente al siglo XVIII, para que la corta lista de substancias reconocidas como simples empiece a aumentar. Los siglos XVIII y XIX son una época prestigiosa para la exploración materialista. Incluso desde el simple punto de vista del empirismo, el filósofo debería medir aquí lo que es un aumento de los tipos de *seres materiales.*

Pero, al mismo tiempo que aumenta la cantidad de tipos de substancias encontradas en la materia, se precisa una nueva *doctrina de la simplicidad.* De hecho podemos hablar de un verdadero desplazamiento de la idea de simplicidad. Mostrémoslo rápidamente.

En primer lugar, aunque todavía se mencione en el siglo XVIII, ya no se da un papel a la idea de que los 4 elementos son las substancias *más simples.* Después ya no imaginamos que las substancias encontradas en la naturaleza son, por este mismo hecho, substancias simples. El análisis se convierte en la preocupación dominante de cualquier químico. El químico empieza su investigación multiplicando los esfuerzos de *descomposición.* La simplicidad aparece como un límite a cualquier esfuerzo de descomposición. La simplicidad tiene aquí la categoría de *resultado;* se había planteado como *inicial* en la doctrina de los 4 elementos; ahora es *terminal.* La química nos presenta así una nueva forma «del declive de los absolutos» para emplear una expresión de Georges Bouligand tan rica en significación para caracterizar la evolución de la epistemología moderna. En efecto, plantear lo simple como una limitación a la descomposición no determina el carácter absoluto de esta limitación. Sólo en el período contemporáneo se establece una especie de

coherencia de las substancias simples, coherencia que confiere a los elementos un estatuto bien definido de substancia elemental (...). Pensemos (...) la importancia filosófica de descubrimientos como el de Cavendish que demuestran que el agua no es un elemento, o el descubrimiento paralelo de Lavoisier referente al aire. Estos descubrimientos destrozan la historia. Suponen una *derrota total de lo inmediato*. Hacen aparecer la profundidad de lo químico bajo lo físico —o dicho de otro modo, la hetereogeneidad química de la homogeneidad física. Hay ahí una dialéctica íntima que cualquier cultura materialista debe atravesar para alcanzar el materialismo instruido.

Traslademonos a través del pensamiento al instante histórico sorprendente en que se anunció que el agua es el resultado de la síntesis de dos gases. No sólo se desvanece el privilegio del antiguo elemento *agua*, sino que al mismo tiempo se desvanece la positividad conquistada por la noción de gas. Antes de Cavendish, antes de Lavoisier, la noción de gas participa todavía de la noción de fluido. El fluido en el pensamiento precientífico, carga fácilmente con los valores más confusos: es magnético, vital, lleva la vida, lleva la muerte. La experiencia de Cavendish es decisiva, elimina con un gesto brutal todo el vitalismo del reino de los «espíritus». Los dos materialismos de la substancia tangible (el agua) y de la substancia invisible (los gases) se ponen en total correlación. Hay una gran diferencia entre este materialismo generalizador que extiende su dominio siguiendo experiencias progresivas y un materialismo de afirmación inicial que cree todavía que la materia tangible da lecciones muy decisivas. Se necesitaría un extenso tratado para describir adecuadamente el conjunto de experiencias que han determinado el carácter elemental del oxígeno y del hidrógeno. Diez años de psicología del espíritu científico están animados por la historia del descubrimiento del oxígeno. El hecho

de que el oxígeno esté sólo *mezclado* al nitrógeno en el aire mientras que está *combinado* con el hidrógeno en el agua, con los metales en los óxidos, despierta muchos problemas filosóficos. En nuestros días, los libros borran demasiado aprisa la perspectiva de estos dramas culturales. Los libros escolares hacen inmediatamente de la lección sobre el oxígeno un modelo de empirismo simple: basta con calentar en una retorta ciertos óxidos, por ejemplo el óxido de magnesio, para obtener el gas maravilloso que enciende una cerilla aunque sólo tenga «un punto en ignición», para utilizar la expresión consagrada que resume a menudo, por desgracia, todo lo que queda en la «cultura general» de las propiedades del oxígeno. Esta *sencillez de la enseñanza* esconde la sutil estructura epistemológica de una experiencia primitivamente implicada en una problemática multiforme. Aquí es útil recurrir a la compleja situación histórica para hacer sentir como se enriquece el pensamiento materialista.

Que el oxígeno haya sido, durante varias décadas, extraído de los minerales, del aire, del agua, en definitiva de los cuerpos más diversos para la experiencia común, basta para explicar que se haya promovido este cuerpo químico particular a un nivel destacado. Se trata, realmente, de la llegada de una substancia «científica». Después fue necesario quitar al oxígeno el privilegio de designar el *poder* ácido. Fue durante mucho tiempo el signo material de la nueva química. Y los filósofos, los Schelling, los Hegel, los Franz von Baader no dudaron en hacer del oxígeno un verdadero momento de la explicación general. Por ejemplo, Hegel pone en relación las cuatro substancias: nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, y carbono como una organización de conceptos que forma «la totalidad de la noción» [1]. Releyendo estas páginas se tendrán ejemplos claros de la adhesión precipitada del idealismo

1. HEGEL, *Philosophie de la nature*, cap. 328.

a valores experimentales. El idealismo busca continuamente razones para unificar la experiencia, sin medir bien los poderes diversificadores de la experiencia. (...) El idealismo es una filosofía demasiado alejada del centro de acción del pensamiento científico para apreciar el papel recíproco de los métodos de encuesta y de las experiencias de verificación. Tenemos ahí una prueba concreta de la imposibilidad de un idealismo de la experiencia científica. No se aclara nada en la meditación de un caso único en el que una sola experiencia revelaría todo el poder de conocimiento de un sujeto. Hay que aceptar todas las extensiones positivas de todos los ejemplos. En realidad la dialéctica de la oxidación y de la reducción que ha dado lugar a numerosas reflexiones filosóficas es sólo una reprocidad material, tomada entre otros muchos procesos recíprocos de síntesis y de análisis.

Con el descubrimiento del oxígeno, los filósofos han sido víctimas, aquí como en muchas otras ocasiones, de la novedad. Han querido asimilar inmediatamente un descubrimiento sorprendente apoyándose en racionalismo *a priori*, sin preocuparse por establecer el *racionalismo científico* históricamente preparado por un ajuste progresivo entre la teoría y la experiencia. El idealismo tiene su raíz en lo inmediato. De alguna manera el espíritu es siempre inmediato a sí mismo. Ahora bien, no hay, ya no hay experiencia científica inmediata. No sabríamos abordar en blanco una nueva experiencia científica, con un espíritu sin preparar, sin cumplir para sí mismo, la revolución científica que coloca al nuevo pensamiento como un progreso del espíritu humano, sin asumir el yo social de la cultura. ¿Es necesario señalar, a modo de digresión, que el yo de la cultura es la antítesis exacta de la cultura del yo? (*Matérialisme*, cap II, p. 73-76.)

c) *Pureza*

[42] Antes se planteaba en la química como algo normal la existencia de cuerpos puros. Un cuerpo completamente puro, sin embargo, es sólo una entidad. «Puro» ya no es para un químico moderno, un adjetivo que repugne a la gradación. Pero se dirá, que la pureza tiene en la materia el papel de una idea platónica en la que participa el mundo entero. Es un ideal al que el químico se aproxima separando las impurezas. Se acepta que no lo alcance nunca. Preferimos decir que un químico minucioso lo alcanza siempre. Efectivamente, una definición de pureza va siempre acompañada de un criterio de pureza [1]: «Un cuerpo puro es un cuerpo que sólo experimenta transformaciones hilótropas, al menos dentro de su terreno de pureza». (...) Así pues es tan inútil como falso, separar el criterio de pureza de los instrumentos que lo estudian. (*Essai*, cap. V, p, 80-81.)

d) *Un ejemplo tipo: el cuerpo de los reactivos*

[43] En conjunto, podemos decir que no hay pureza sin purificación. Nada mejor para demostrar el carácter eminentemente social de la ciencia contemporánea que las técnicas de purificación. En efecto, los procesos de purificación sólo pueden desarrollarse por la utilización de todo un conjunto de reactivos cuya pureza ha recibido una especie de garantía social. Un filósofo podrá denunciar ahí un círculo vicioso: purificar una substancia por un conjunto de relaciones en las que se implican reactivos garantizados como puros; supone evidentemente olvidar el problema inicial, el problema de la pureza de los reactivos. Pero la ciencia contemporánea puede conscientemente, descuidar esta objección previa. Hay ahí un

1. BOLL, *Cours de chimie*, p. 9, nota.

estado de hechos, un momento histórico bien definido. Cada época de la ciencia, en su desarrollo moderno, ha establecido una especie cuerpo de reactivos constituidos a un nivel de purificación muy determinado. Hay diversas épocas sociales para la pureza materialista. Nuestra época tiene tanta perfección en la purificación que podemos decir que la ciencia contemporánea posee nuevos reactivos, nuevos instrumentos que no ha conocido ninguna época precedente. La técnica materialista de la química moderna nos proporciona una naturaleza *nueva*. Esencialmente supone un segundo punto de partida del materialismo.

Así, estos *instrumentos* de purificación que son los reactivos, suponen una verdadera aportación social. El químico aislado no puede tener la pretensión de sustituirlos por sus *instrumentos personales*, un conjunto de reactivos reunidos personalmente, rehaciendo por su cuenta, toda la historia de la química. La química moderna ahorra su larga preparación histórica. Es una de las ciencias que vive más claramente en su *presente*. El químico entra en el laboratorio donde encuentra un *presente absoluto*, el de los datos técnicos, datos que se ofrecen en su conjunto, en su totalidad, y por consiguiente muy distintos a los datos naturales encontrados en el ocasionalismo esencial del empirismo. El químico moderno parte de este materialismo de un presente absoluto, de este materialismo de reactivos técnicos coordinados. Debe inscribir su trabajo cotidiano en el presente de la ciencia en un conjunto humano al que se integra, ya desde un punto de vista teórico, por un influjo cultural necesario para la acción científica eficaz.

Todas estas tesis parecerían menos superficiales al filósofo si quisiera tomar conciencia del verdadero *trabajo* necesario para producir una substancia pura en la técnica contemporánea. Comprendería pronto que esta purificación ya no revela una actividad individual, que

reclama un trabajo en cadena, purificaciones en cadena, en resumen que la fábrica-laboratorio ya es una realidad fundamental.

La visión de un plan de trabajo para una purificación sería, por otra parte, más convincente que cualquier desarrollo filosófico. El lector podría remitirse, por ejemplo, al esquema de operaciones que conducen del berilo al berilio puro en pepitas según el método empleado por la Degussa A. G. Este esquema está indicado por J. Besson en un artículo aparecido en el *Bulletin de la Société chimique de France* (año 1949), y no lo reproduciremos porque dos páginas de este libro no bastarían. Veríamos docenas de operaciones de purificaciones cruzadas, purificaciones tomadas desde diversos puntos de vista, introducidas por reactivos distintos. Al meditar en todos los circuitos de estos procedimientos químicos con vistas a producir una substancia particular con todas las garantías de pureza, se comprenderá que sólo puede pensarse en la cima de una cultura y realizada en una ciudad que industrialice la ciencia de arriba abajo. (*Matérialisme*, cap. II, p. 77-78.)

[44] El cuerpo de los reactivos es a la vez coherente y eficaz. Todos los reactivos se toman con una garantía de pureza que permite el trabajo positivo. No sería conveniente dar validez incondicional al concepto de *pureza en sí*. Postular la pureza en sí sería alcanzar el mito de la *pureza natural*. De hecho, ya que la ciencia positiva une la noción de pureza con la de operación de purificación, no se puede separar el *relativismo* de la pureza. En efecto, siguiendo el proceso de purificación utilizado, se puede obtener, para un mismo producto, distintos grados de pureza. Pero no se sobreentiende que estos grados de pureza se puedan ordenar ya que la pureza se toma a menudo al nivel de una cualidad particular. A veces una propiedad particular que no implica profundamente el conjunto

de propiedades químicas puede revelarse con una sensibilidad increíble a la mínima impureza. Andrew Gemant, en un capítulo del manual de Farkas: *Electrical properties of hydrocarbons* (p. 215), dice que un hidrocarbono líquido tiene una conductibilidad eléctrica que varía de 10^{-19} mho/cm. para una muestra muy purificada a 10^{-13} para una muestra comercial, es decir una variación de 1 a un millón. Vemos la enorme acción de la menor impureza. Gemant añade que las determinaciones de la conductibilidad dan valores que disminuyen indefinidamente buscando una purificación cada vez mayor, pero que sin embargo *no se ve ningún valor límite.*

Comprendemos que no es posible ordenar purezas naturales, que se orienten hacia una pureza en sí. Además, a pesar de todos los esfuerzos del materialismo decididamente artificialista, la línea de las purificaciones no está nunca segura de orientarse hacia una purificación absoluta. Bastaría con que se instituyera un nuevo tipo de experiencias para que el problema se planteara bajo un nuevo aspecto. La *pureza* de una substancia es, pues, una obra humana. No se puede tomar como un dato natural. Conserva la relatividad esencial de las obras humanas. Su «en sí» está condicionado por un largo pasado de experiencias proseguidas por caminos artificiales. De todos modos lo *artificial* tiene muchas más garantías que lo *natural.* (*Matérialisme,* cap. II, p. 78-79.)

4. El concepto científico de materia en la química contemporánea

[45] El concepto de energía, si lo tomamos en su acepción científica precisa, es una adquisición esencialmente moderna. Para un físico, para un matemático, este concepto es ahora tan claro que se puede poner, que se debe poner, en la categoría de conceptos fundamentales,

dándole todo su estatuto científico, es decir, separándolo de cualquier relación con las nociones comunes, deteniendo todas las resonancias de una palabra que se pierde en el vacío y la multiplicidad de imágenes, en la facilidad de las metáforas.

Sin duda podríamos escribir una historia confusa de este concepto científico que ahora está tan claro; especialmente podríamos volver a recorrer las últimas dificultades antes de su clarificación. Por ejemplo, tocaríamos un punto sensible a la evolución de las ideas estudiando la noción bajo su forma mecánica, ya muy racionalizada, en las relaciones de la mecánica de Descartes a la mecánica de Leibniz [1]. Los debates sobre la noción de fuerza viva han sido muy numerosos y cruzados. Siempre habrá interés en revivir estas polémicas. Pero nuestro objetivo en este capítulo es partir del espíritu científico constituido. Una historia demasiado larga enturbiaría esta declaración de *primacía racional* que necesitamos hacer para iniciar la ciencia energética moderna, para comprender la organización esencialmente energética de la materia.

Desde un punto de vista filosófico, el materialismo energético se aclara al plantear un verdadero *existencialismo de la energía*. En el estilo ontológico con que el filósofo acostumbra a decir: el ser *es*, hay que decir: la energía *es*. *Es* totalmente. Y mediante una conversión simple, podemos decir dos veces exactamente lo mismo: el ser es energía — y la energía es ser. La materia es energía.

Inmediatamente se derrumba el reino del *tener*. Se derrumba de arriba abajo, no sólo en provecho del ser,

1. Abundan los buenos libros que estudian este período. En particular: Ernest MACH, *La mecánica*. René DUGAS, *Histoire de la mécanique*, 1950. Los filósofos leerán con interés la obra de Martial GUEROULT, *Dynamique et métaphysique leibniziennes*.

sino en provecho de la energía. La energía es la base de todo; no hay nada *detrás* de la energía.

En otro tiempo se decía: la materia *tiene* energía; se atribuía energía a la materia como se engancha un caballo a un carro. Al hacer esto se limitaba, con una rápida dialéctica, la noción de materia a su carácter de materia *inerte*, de materia *interna*. Indudablemente, se estaba en lo cierto al elegir esta limitación, al imponer esta dialéctica en ciertos sectores de la organización científica, en un racionalismo regional como la mecánica racional para la cual es indiferente saber si el móvil del movimiento es de acero, piedra o cobre. Pero este materialismo exteriorista, este materialismo de la materia reducida a su inercia, de la materia que se toma como desprovista de energía interna ya no basta cuando se aborda la ciencia química contemporánea, cuando se quiere conocer, no sólo los fenómenos químicos, dinámica que al aportar la verdadera explicación de la fenomenología materialista, abre el camino para nuevas realizaciones.

Así pues, la raíz esencialmente energética de los fenómenos químicos se impone a la investigación. Entramos en una región de la experiencia en la que el fenomenalismo estricto, el que dice desinteresarse de las causas profundas, sólo puede ser una cláusula de estilo. Todavía podemos decir que tal substancia presenta tal o cual fenómeno. Sin embargo, el fenómeno no es una simple apariencia que podamos limitarnos a describir; es la manifestación de una energía. Si no se conocen las relaciones de energía, no se pueden explotar todas las posibilidades de acción que se nos abren para crear nuevas substancias. A partir de ahí, un filósofo que reconozca el profundo nivel que supone la energía, un filósofo que siga el pensamiento efectivo del químico contemporáneo, deberá aceptar que en adelante la energía representa la *cosa en sí*. Esta vieja noción, cuya carácter de monstruosa abstracción se ha denunciado a menudo, se concreta. Como

mínimo se puede situar la energía filosóficamente como se situaba la cosa en sí: como el soporte fundamental de los fenómenos. De todos modos, si se insiste en dejar dormir en su pasado a los viejos fantasmas de la filosofía, habrá que aceptar que la energía es la realidad que debe estudiarse en *segundo lugar*, después de haber descrito, sin duda, los fenómenos que se desprenden de las reacciones químicas, pero con una necesidad ineluctable si se quiere *comprender* los fenómenos en toda su profundidad, a la vez en sus causas profundas y en sus razones fundamentales. El materialismo tiene algo de energetismo. Los fenómenos de la materia se conocen por las leyes de la energía. (*Matérialisme*, cap. VI, p. 176-178.)

SISTEMA PERIÓDICO DE LOS ELEMENTOS

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	1 H							2 He
2	3 Li	4 Gl	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K 29 Cu	20 Ca 30 Zn	21 Sc 31 Ga	22 Ti 32 Ge	23 V 33 As	24 Cr 34 Se	25 Mn 35 Br	26 Fe 27 Co 28 Ni 36 Kr
5	37 Rb 47 Ag	38 Sr 48 Cd	39 Y 49 In	40 Zr 50 Sn	41 Nb 51 Sb	42 Mo 52 Te	43 Ms 53 I	44 Ru 45 Rh 46 Pd 54 X
6	55 Cs 79 Au	56 Ba 80 Hg	57-71 terres rares 81 Tl	72 Hf 82 Pb	73 Ta 83 Bi	74 W 84 Po	75 Re 85	76 Os 77 Ir 78 Pt 86 Em
7	87	88 Ra	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U		

Tabla de Mendeleev, tal como figura en
Le pluralisme cohérent de la chimie moderne (p. 154)

Sección II

Las categorías superiores de la epistemología

I. EL RACIONALISMO APLICADO

A) LA NOCIÓN DE «RACIONALISMO INTEGRAL»

1. NO SE TRATA DE UN RACIONALISMO «DE TODOS LOS TIEMPOS Y DE TODOS LOS PAÍSES»

[46] Una vez fragmentado el racionalismo para asociarlo adecuadamente a la materia que informa, a los fenómenos que regula, a la fenomenotécnica que funda, nos vemos obligados a plantear el problema filosófico de la relación de un racionalismo general con los diversos racionalismos regionales. Esta relación se puede examinar de dos maneras.

La primera —que no es la que seguimos nosotros— define, y redefine si es preciso, un racionalismo *a priori* que debe servir para todas las experiencias, nadie dice que para todas las experiencias, ni tampoco para todas las experiencias presentes y futuras. Se constituye así un racionalismo fuera de la experiencia, un racionalismo mínimo con el que se obtiene el derecho paradójico de alcanzar una experiencia de Universo. Cuando más simples son los medios de información, más amplio será el espacio informado.

A este punto de vista adoptado por el racionalismo fijador, podemos hacerle objecciones apoyándonos en nuestro sistema de explicación filosófica inicial y que nos permitirán presentar otro sistema, el nuestro para resolver el problema mencionado.

En efecto, nos parece que un racionalismo con tal pretensión de universalidad se acerque mucho a las soluciones solipsistas del idealismo. Cuando abordamos conocimientos *aplicados*, o más explícitamente cuando pretendemos aplicar esquemas lógicos, la identidad A=A es sólo la identidad de un punto de vista, una identidad asumida por un sujeto único y por un sujeto que de alguna manera está al margen del conocimiento, sujeto que ya no pone en juego el objeto de su conocimiento, que se limita a los caracteres *formales* del conocimiento. Cuando el sujeto del conocimiento es «formalizador» se convierte en «formalizado». La igualdad A = A, no existiría si no hubiera otra igualdad en el nivel de la instancia igualadora Yo = Yo.

Debido a la sencillez de la igualdad lógica A = A —igualdad evidentemente burda en la aplicación— llegamos a postular la igualdad Yo = Yo, permitiéndonos el desconocimiento de toda la psicología del sujeto. Se consigue al mismo tiempo expulsar cualquier *psicologismo* y fundar lógicamente el conocimiento objetivo. Sin embargo, este doble éxito arruina el interés del conocimiento, impide trabajar al mismo tiempo en la diferenciación de la realidad y en la diferenciación de los pensamientos.

Por otro lado, ¿por qué buscar otra verdad cuando se tiene la verdad del cogito? ¿Por qué conocer imperfectamente, indirectamente, si tenemos la posibilidad de un conocimiento primitivamente perfecto? Los principios lógicos obtenidos por reducción de lo distinto e, incluso, el argumento lógico que asegura la veracidad del cogito, son un núcleo indestructible cuya solidez reconocen todos

los filósofos. Únicamente objetamos que se trata de un núcleo sin cariocinesis, un núcleo que no puede proliferar. Más sencillamente, un proceso de *reducción* no permite obtener un programa suficiente para un estudio filosófico del conocimiento. Si una filosofía se dedica a la tarea de reducir, fatalmente se convierte en involutiva.

No se excluye, sin embargo, que desde una visión suficientemente borrosa, el racionalismo aplique sus principios de razón a la experiencia común. El racionalismo se traslada entonces desde los confines del idealismo al realismo sin control, al realismo que se *apoya* en una realidad sin estudiar. Por último, los principios de la conservación más hospitalaria doblan, para el racionalismo fijista, los principios de razón. Este racionalismo fijista formula las condiciones de un *consensus* de los hombres de todos los países y de todos los tiempos frente a todas las experiencias. Esto conduce a un punto muerto los estudios del movimiento de los espíritus, al designar los factores de inercia que se oponen al cambio. (*Rationalisme*, cap. VII, p. 131-132.)

2. Un racionalismo dialéctico

[47] Sin embargo, es posible otro racionalismo general, que tomaría posesión de los racionalismos regionales, al que llamaremos racionalismo integral o más exactamente, racionalismo integrante.

Este racionalismo integral o integrante debería ser instituido *a posteriori*, después de haber estudiado los diversos racionalismos regionales, tan organizados como fuera posible, contemporáneos a la relación entre sí de los fenómenos que obedecen a tipos de experiencia bien definidos. Siguiendo este camino, nos vemos obligados a distinguir entre los *consensus* limitados a la sociedad culta de los *consensus* altamente especializados. Se objeta-

rá sin duda que una ciudad culta es también una ciudad humana, y que no modificamos el problema metafísico al especializar las organizaciones racionales socializadas en una ciudad culta. Tal objeción es falaz. Precisamente designamos una ciudad de físicos, una ciudad de matemáticos formadas alrededor de un pensamiento provisto de garantías apodícticas. Existen ya núcleos de apodicidad en la ciencia física, en la ciencia química. No reconocer este nuevo matiz, es ignorar precisamente las emergencias de las ciencias contemporáneas. La cultura significa acceder a una emergencia; en el terreno científico estas emergencias se constituyen socialmente. En la ciudad mecanicista existe un *sector relativista.* Tiene una eminente emergencia de cultura que sólo podemos juzgar al adherirnos a ella. Podríamos hacer una divertida colección de chistes reuniendo las opiniones de los filósofos o de los escritores que han «juzgado» la relatividad. Igual capacidad tendría un ciego hablando de colores. Quien pertenece al sector relativista ve inmediatamente que semejantes opiniones no se pueden discutir. En resumen, el *consensus* que define socialmente un racionalismo regional, es algo más que un hecho, es el signo de una *estructura.*

El racionalismo integral debe ser, pues, un racionalismo dialéctico que decida en qué estructura debe incorporarse el pensamiento para informar una experiencia. Se asemeja a una especie de oficina central de una fábrica que ha encontrado una racionalización.

No se trata ya, por tanto, de definir un racionalismo general que recogiera la parte común de los racionalismos regionales. Por este camino sólo encontraríamos el racionalismo mínimo utilizado en la vida corriente. Se borrarían las estructuras.

Se trata, por el contrario, de multiplicar y afinar las estructuras, lo cual, desde una perspectiva racionalista, debe expresarse como una actividad estructuradora, como

una determinación de la posibilidad de múltiples axiomáticas que se enfrenten a la multiplicación de las experiencias. Uno de los caracteres más nuevos de la epistemología contemporánea es el de cómo las distintas aproximaciones experimentales de lo real aparecen solidarias de una modificación axiomática de las organizaciones teóricas. El racionalismo integral sólo podrá estar, pues, bajo el dominio de las distintas axiomáticas de base. Y designará al racionalismo como una actividad dialéctica, dado que las diversas axiomáticas se articulan dialécticamente entre sí.

Así pues, después de trabajar realmente en distintos racionalismos regionales, después de comprender su valor diferenciador y experimentado psicológicamente, la sensibilidad que aportan a las principales variantes, se podrá hablar de una axiomatización de las técnicas, atribuyendo una axiomática particular a cada técnica particular. El movimiento dialéctico que empieza con las dialécticas de las axiomáticas prosigue con la formación de axiomáticas en física y finalmente, por la formación de axiomáticas en técnica. No se bloquea así en absoluto a la experiencia en sus primeras técnicas. A menudo el progreso de las técnicas viene determinado por una revolución de sus bases. En otro lugar insistimos ya sobre esta discontinuidad esencial. Dábamos el ejemplo simple de la *máquina de coser* que encuentra su racionalización cuando se acaban los intentos de imitar el gesto de la costurera, fundamentando la costura sobre una nueva base. Pero, estas observaciones cobrarán todo su sentido en las técnicas no mecánicas y bastará con examinar, por ejemplo, las técnicas radiofónicas para ver cómo actúan las opciones que reclaman adhesiones a axiomáticas particulares.

Se nos objetará, sin duda, que forzamos las tintas y que los antiguos conceptos epistemológicos nos permiten comprenderlo todo, decirlo todo. De este modo, parece que la noción de *hipótesis* baste para todo. Pero precisa-

mente por su *generalidad* esta palabra prepara todas las incomprensiones que sufre el espíritu filosófico. La *hipótesis científica* es un tema tradicional de disertación en el bachillerato. Y a partir de este nivel se *fija* la cultura filosófica que afecta a la metodología científica. Alrededor de este concepto endurecido se arremolinan las nociones usuales de la psicología de la suposición. Naturalmente se piensa en términos tales como: para los filósofos la *hipótesis* es lo *hipotético,* lo cual se aproxima a una ilusión o a una simple ficción. No se ve que se trata de un pensamiento construido, un pensamiento realizado en parte por la técnica. De hecho, las hipótesis básicas de la radiofonía se inscriben incluso en el montaje.

Por otra parte, se subestiman los diferentes elementos de una hipótesis si no se les da su valor de postulado. Por ejemplo, si examinamos el racionalismo regional que corresponde al atomismo en microfísica, debemos considerar como un postulado la hipótesis de que es indescifrable. Sin duda, en química se toma como principio que los átomos de un mismo elemento son *idénticos.* Se cree tener la posibilidad de distinguir átomos idénticos según su situación en el espacio. En efecto, el espacio común es un espacio para discernir. Pero no ocurre lo mismo en el espacio de la microfísica, por ser un espacio de algún modo celular, según el axioma de Heisenberg. Así pues, la hipótesis atómica en química y la hipótesis atómica en microfísica no tienen la misma *estructura nocional.* Y precisamente, una estructura nocional es el intermediario entre una estructura realista y una estructura simbólica, se trata de una función que es un elemento activo del racionalismo aplicado. Nos encontramos frente a una diferenciación de la hipótesis atomística. Si seguimos los cambios de hipótesis, en apariencia tan simples y primitivas, comprenderemos que es necesario estudiar sus valores epistemológicos en su compromiso más

amplio y no, como lo hace la filosofía oficial con la arbitrariedad del idealismo.

Pueden hacerse otras críticas a este refinamiento de la epistemología. Las harán los físicos que no necesitan filosofar para trabajar útilmente. Pero nuestra tarea consiste en devolver a la ciencia todos sus intereses y en primer lugar sus intereses filosóficos. Cuando observamos más de cerca las funciones filosóficas de la ciencia, éstas se multiplican. Hay pocos pensamientos filosóficamente más variados que el pensamiento científico. El papel de la filosofía de las ciencias es recoger esta variedad y mostrar cómo se instruirían los filósofos si quisieran meditar sobre el pensamiento científico contemporáneo. (*Rationalisme*, cap. VII, p. 133-134.)

B) RACIONALISMO APLICADO Y FILOSOFÍA

1. Matemáticas y experimentación

[48] Si seguimos con atención, es decir con un apasionado interés, la actividad de la física contemporánea, vemos animarse un diálogo filosófico que tiene el mérito de ser excepcionalmente preciso: el diálogo del investigador provisto de instrumentos precisos y del matemático que ambiciona informar detalladamente la experiencia. Mientras que, demasiado a menudo, en las polémicas filosóficas, el realista y el racionalista no consiguen hablar de *lo mismo*, tenemos la neta y reconfortante impresión de que, en el diálogo científico, ambos interlocutores hablan del *mismo problema*. Mientras que en los congresos de filosofía, vemos como los filósofos intercambian *argumentos*, en los congresos de física, los investigadores y los teóricos intercambian *informes*. ¿No es necesario que el investigador se informe sobre el aspecto teórico de los datos que el matemático estima estrecha-

mente relacionados, sin lo cual el investigador, en sus interpretaciones puede caer en posiciones personales? ¿No es necesario también que el teórico se informe sobre todas las circunstancias de la investigación, sin lo cual sus síntesis pueden quedar parciales o simplemente abstractas? La física tiene pues dos polos filosóficos. Es un verdadero *campo de pensamiento* que se especifica en matemáticas y en experiencias y que se anima al máximo con la conjunción de las matemáticas y la experiencia. La física determina como síntesis máxima una mentalidad *abstracta-concreta* (...). Intentaremos caracterizar esta mentalidad en su doble acción de abstracción y de concretización sin que se rompa la línea unitaria que impone el lenguaje, al desconocer principios más unitarios para *comprender la reciprocidad de las dialécticas* que avanzan sin fin, y en ambos sentidos, del espíritu a las cosas.

El contacto *experiencia* y *matemáticas* se desarrolla con una solidaridad extensiva. Cuando la investigación aporta el primer mensaje de un nuevo fenómeno, el teórico debe modificar la teoría dominante para que pueda asimilar el nuevo hecho. Con esta modificación —sin duda tardía— el matemático muestra cómo la teoría, algo flexibilizada, *hubiera debido prever* la novedad. Le gusta demostrar una *fecundidad recurrente* que es un carácter importante del racionalismo, pues esta fecundidad recurrente constituye el fundamento de la *memoria racional*. Esta memoria de la razón, memoria de las ideas relacionadas, obedece a leyes psicológicas muy distintas a las de la *memoria empírica*. Las ideas puestas en orden, reordenadas y relacionadas en el tiempo lógico, determinan una verdadera emergencia de la memoria. Naturalmente, nadie se burla de este retorno a las fuentes de la previsión teórica, y menos que nadie el investigador. Al contrario, el investigador se felicita por el hecho de que las matemáticas asimilen su descubrimiento. Sabe

que un hecho nuevo ligado al aspecto moderno de la teoría dominante recibe las garantías de una objetividad profundamente supervisada, porque la teoría dominante es un sistema de examen experimental en acción en los cerebros más claros de la época. Se tiene la impresión de que el problema se *ve bien,* por el solo hecho de que *hubiera podido preverse.* La perspectiva teórica *sitúa* el hecho experimental donde debe estar. Si el hecho está bien asimilado por la teoría se acaban las vacilaciones sobre el lugar que *le corresponde* en un *pensamiento.* Ya no se trata de un hecho heteróclito, de un hecho en bruto, sino de un *hecho de cultura.* Tiene un *estatuto racionalista.* Desde este momento es el sujeto de un diálogo entre el racionalista y el empirista.

Cuando el teórico anuncia la *posibilidad* de un nuevo fenómeno, el investigador se asoma a esta perspectiva, en el caso de que crea que está en la línea de la ciencia moderna. De este modo en los inicios de la mecánica ondulatoria del electrón, se buscó un fenómeno que equivaliera para el electrón al fenómeno de la polarización de la luz. Cuando una búsqueda tan bien panteada no obtiene resultados tiene, de todos modos, un carácter positivo para la epistemología porque ayuda a limitar y a precisar las analogías. La experiencia asociada de este modo a unas miras teóricas, no tiene nada que ver con la búsqueda ocasional, con esas experiencias improvisadas que no tienen lugar en ciencias fuertemente constituidas como son ya la física y la química, en otras ciencias en las que el instrumento es el intermediario necesario para estudiar un fenómeno realmente instrumentado, designado como objeto de una fenomenotécnica. Ningún físico malgastaría «sus créditos» para construir un instrumento sin destino teórico. En física la experiencia improvisada de Claude Bernard no tiene sentido.

¡Qué entendimiento tácito reina así en la *ciudad de la física!* ¡De qué modo se ha dejado a un lado a los soña-

dores impenitentes que quieren «teorizar» al margen de los métodos matemáticos! En efecto, el teórico debe poseer todo el *pasado matemático* de la física —o lo que es lo mismo, toda la tradición racionalista de la experiencia. El investigador por su parte debe conocer el *estado actual de la técnica*. Nos sorprenderíamos si un físico, para conseguir el vacío, utilizara la antigua máquina neumática, aunque tuviera incorporado el grifo de Babinet.

Modernismo de la realidad técnica y tradición racionalista de todas las teorías matemáticas, son el doble ideal de cultura que debe afirmarse en todos los temas del pensamiento científico.

La cooperación filosófica de los dos aspectos de la ciencia física —aspecto racional y aspecto técnico— puede resumirse en esta doble pregunta:

¿En qué condiciones se puede *dar razón* de un fenómeno *preciso?* La palabra preciso es esencial pues gracias a la precisión se compromete a la *razón.*

¿En qué condiciones se pueden aportar pruebas reales de la validez de una organización matemática de la experiencia física?

Han pasado ya los tiempos de una epistemología que consideraba las matemáticas como un simple medio de expresión de las leyes físicas. Las matemáticas de la física están más «comprometidas». No se puede *fundamentar* las ciencias físicas sin entrar en el diálogo filosófico del racionalista y del investigador, sin responder a las dos preguntas de algún modo *recíproco* que acabamos de plantear. En otros términos, el físico moderno necesita una doble certeza:

1.º La certeza de que lo real está en contacto directo con la racionalidad, mereciendo por esto mismo el nombre de *real científico.*

2.º La certeza de que los argumentos racionales que afectan a la experiencia son ya momentos de esta experiencia.

En resumen, no a la racionalidad en el vacío, no al empirismo desordenado, esas son las dos obligaciones filosóficas que funden la estrecha y precisa síntesis de la teoría y de la experiencia en la física contemporánea.

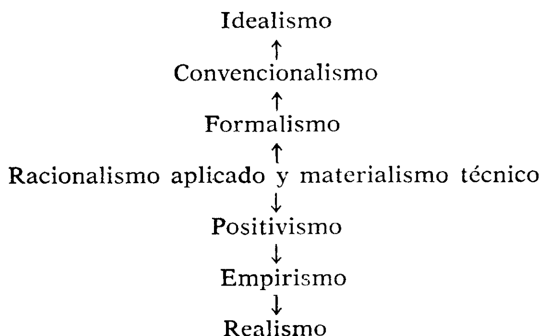
Esta *doble certeza* es esencial. Si falta uno de los términos, se pueden hacer muchas investigaciones, se pueden hacer muchas matemáticas, pero no se participa en la actividad científica de la ciencia física contemporánea. Esta doble certeza sólo puede expresarse por una filosofía en dos movimientos, por un diálogo. Pero se trata de un diálogo tan apretado que hace difícil reconocer el rastro del viejo dualismo de los filósofos. Ya no se trata de confrontar un espíritu solitario y un universo indiferente. En adelante es necesario situarse en el centro, allí donde el espíritu conocedor está determinado por el objeto preciso de su conocimiento y donde en sustitución determina con mayor precisión su experiencia. En esta posición *central* es donde la dialéctica de la razón y de la técnica encuentra precisamente su eficacia. Intentaremos instalarnos en esta posición central donde se manifiesta tanto un *racionalismo aplicado* como un *materialismo instruido*. Insistiremos, además, en el poder de aplicación de todo racionalismo científico, es decir de todo el racionalismo, que demuestre su fecundidad hasta en la organización del pensamiento técnico. El racionalismo conquista sus valores objetivos a través de sus aplicaciones. Ya no se trata pues, para juzgar el pensamiento científico, de apoyarse en un racionalismo formal, abstracto, universal. Hay que conseguir un racionalismo concreto, solidario con experiencias siempre particulares y precisas. Es necesario también que este racionalismo sea lo suficientemente *abierto* para recibir nuevas determinaciones de la experiencia. Viviendo de cerca esta dialéctica, nos convencemos de la realidad eminente de los *campos de pensamiento*. En estos campos epistemológicos se in-

tercambian los valores del racionalismo y del experimentalismo. (*Rationalisme*, cap. I, p. 2-4.)

2. El espectro filosófico

[49] De hecho, este entrecruzamiento de dos filosofías contrarias en acción en el pensamiento científico afecta a más filosofías y deberemos presentar diálogos sin duda menos apretados, pero que extienden la filosofía del espíritu científico. Por ejemplo, se mutilaría la filosofía de la ciencia si no se examinara cómo se sitúan el *positivismo* o el *formalismo* que tienen también un papel en la física y en la química contemporáneas. Pero una de las razones que nos confirman lo acertado de nuestra posición central es que todas las filosofías del conocimiento científico se ordenen a partir del racionalismo aplicado. Casi no es necesario comentar este cuadro después de aplicarlo al pensamiento científico.

Indiquemos únicamente las dos perspectivas de pensamientos *debilitados* que conducen por un lado del racionalismo al idealismo ingenuo y por otro, del materialismo técnico al realismo ingenuo.



Así pues, cuando se interpreta sistemáticamente el conocimiento racional como la constitución de ciertas *formas*, como un simple montaje de *fórmulas* dispuestas a *informar* cualquier experiencia, se instituye un *formalismo*. Este formalismo puede, en último extremo, recibir los *resultados* del pensamiento racional pero no puede realizar todo el trabajo del pensamiento racional. Por otra parte, no se depende siempre del formalismo. Se ha iniciado una filosofía del conocimiento que debilita el papel de la experiencia. Estamos cerca de ver en la ciencia teórica un conjunto de *convenciones;* una serie de pensamientos más o menos *cómodos* organizados en el lenguaje claro de las matemáticas, que sólo son ya el *esperanto* de la razón. La comodidad de las convenciones no les quita arbitrariedad. Conseguiremos con bastante naturalidad someter estas fórmulas, estas convenciones, esta arbitrariedad a la actividad del sujeto pensante. Nos enfrentamos así a un idealismo. Idealismo que ya no se manifiesta en la epistemología contemporánea, pero que ha jugado tal papel en las filosofías de la naturaleza a lo largo del siglo XIX, que todavía debe figurar en un examen general de las filosofías de la ciencia. Hay que señalar además la impotencia del idealismo para reconstituir un racionalismo de tipo moderno, un racionalismo susceptible de informar los conocimientos de las nuevas regiones de la experiencia. Dicho de otro modo, no se puede invertir la perspectiva que acabamos de describir. En realidad cuando el idealista establece una filosofía de la naturaleza, se contenta con ordenar las *imágenes* que se hace de la naturaleza, al darse cuenta de lo que estas imágenes tienen de inmediato. No sobrepasa los límites de un sensualismo etéreo. No inicia una experiencia para continuarla. Se sorprendería si le pidiesen que prosiguiera las investigaciones científicas en la investigación esencialmente instrumental. No se cree obligado a aceptar las *convenciones* de los demás espíritus. No consiente a

la lenta disciplina que *formaría* su espíritu con lecciones de experiencia objetiva. El idealismo pierde, pues, cualquier posibilidad de rendir cuentas del pensamiento científico moderno. El pensamiento científico no puede encontrar sus formas duras y múltiples en esta atmósfera de soledad, en este solipsimo que es el mal congénito de todos los idealismos. El pensamiento científico necesita una realidad social, el asentimiento de la ciudad física y matemática. Deberemos instalarnos pues en la posición central del *racionalismo aplicado,* trabajando para dotar al pensamiento científico de una filosofía específica.

En la otra perspectiva de nuestro cuadro, en vez de esta evanescencia que lleva al idealismo, encontraremos una inercia progresiva de pensamiento que lleva al realismo, a una concepción de la realidad como sinónimo de la irracionalidad. Efectivamente, al pasar del racionalismo de la experiencia de la física, muy ligado a la teoría, al *positivismo,* parece que perdamos inmediatamente todos los principios de la *necesidad.* A partir de aquí, el positivismo puro apenas puede justificar el poder de deducción que actúa en el desarrollo de las teorías modernas; no puede rendir cuentas de los *valores coherentes* de la física contemporánea. Y sin embargo, comparándolo con el empirismo puro, el positivismo aparece al menos como el guardián de la jerarquía de las leyes. Se da el derecho de apartar las aproximaciones afinadas, los detalles, las variaciones. Pero esta jerarquía de las leyes no tiene la capacidad de organizar las necesidades claramente comprendidas por el racionalismo. Como máximo, basándose en criterios de utilidad, el positivismo tiende a caer en el *pragmatismo,* en la polvareda de recetas que es el *empirismo.* El positivismo no tiene nada de lo que se necesita para decidir niveles de aproximación, para sentir la extraña sensibilidad de racionalidad que dan las aproximaciones de segundo orden, esos conocimientos más aproximados, más discutidos, más coherentes que encontramos

en el examen atento de las finas experiencias que nos hacen comprender que hay más racionalidad en lo complejo que en lo simple.

Por otra parte, si vamos un paso más allá del empirismo que se absorbe en la explicación de sus éxitos, alcanzamos el conjunto de hechos y cosas molestando al *realismo*, le dan ilusión de riqueza. A continuación mostraremos cómo va en contra de cualquier espíritu científico el postulado, admitido tan fácilmente por muchos filósofos, que asimila la realidad a un polo de irracionalidad. Cuando hayamos devuelto la actividad filosófica del pensamiento científico a su centro activo, aparecerá claramente que el materialismo activo tiene precisamente como función yugular todo lo que podría calificarse de irracional en sus temas, en sus objetivos. La química, fortalecida por sus *a priori* racionales, nos da *substancias sin accidentes,* despoja todos los temas de la irracionalidad de sus orígenes. (*Rationalisme,* cap. I, p. 6-7.)

C) CONCEPTOS FUNDAMENTALES DEL RACIONALISMO APLICADO

1. UNA EPISTEMOLOGÍA HISTÓRICA

[50] Si planteamos ahora el problema de la novedad científica en el plano más propiamente psicológico, no podemos dejar de ver que el aspecto revolucionario de la ciencia contemporánea debe reaccionar profundamente en la estructura del espíritu. El espíritu tiene una estructura variable a partir del momento en que el conocimiento tiene una historia. En efecto, la historia humana puede, con sus pasiones, sus prejuicios, con todo lo que revela impulsos inmediatos, ser un eterno recomienzo. Pero hay pensamientos que no vuelven a empezar; son los

pensamientos que han sido rectificados, ampliados, completados. No vuelven a su área restringida o vacilante. Ahora bien, el espíritu científico es esencialmente una rectificación del saber, una ampliación del marco del conocimiento. Juzga su pasado histórico condenándolo. Su estructura es la conciencia de sus faltas históricas. Científicamente, se piensa en lo verdadero como rectificación histórica de un largo error, se piensa en la experiencia como rectificación de la ilusión común y primera. Toda la vida intelectual de la ciencia juega dialécticamente sobre esta diferencial del conocimiento, en la frontera de lo desconocido. La esencia misma de la reflexión es comprender que no se había comprendido. Los pensamientos no baconianos, no euclidianos, no cartesianos se resumen en estas dialécticas históricas que presentan la rectificación de un error, la extensión de un sistema, el complemento de un pensamiento. (*Nouvel Esprit*, cap. VI, p. 173-174.)

[51] En definitiva, la ciencia instruye la razón. La razón debe obedecer a la ciencia, a la ciencia más evolucionada, a la ciencia que evoluciona. La razón no puede recargar una experiencia inmediata; por el contrario, debe equilibrarse con la experiencia mejor estructurada. En cualquier circunstancia, lo *inmediato* debe ceder el paso a lo *construido*. Destouches repite a menudo: si en un futuro la aritmética se revelase contradictoria reformaríamos la razón para borrar la contradicción, y conservaríamos intacta la aritmética. La aritmética ha dado pruebas de eficiencia, de exactitud, de coherencia tan numerosas que no podemos pensar en abandonar su organización. Ante una contradicción inesperada, o más exactamente ante la necesidad inesperada de usar contradictoriamente la aritmética, se plantea el problema de la no-aritmética, de una panaritmética, es decir de una prolongación dialéctica de las instituciones en tal canti-

dad que permitiría englobar la doctrina clásica y la doctrina nueva.

No dudamos en llevar hasta el extremo nuestra tesis para hacerla más clara. Esta extensión de la aritmética no está hecha. Suponiéndola posible queremos afirmar simplemente que la aritmética no es más que la geometría una nueva promoción de una razón inmutable. La aritmética no está basada en la razón. La doctrina de la razón está basada en la aritmética elemental. Antes de saber contar, yo apenas sabía lo que era la razón. En general, el espíritu debe plegarse a las condiciones del saber. Debe crear en él una estructura correspondiente a la estructura del saber. Debe movilizarse alrededor de articulaciones que corresponden a las dialécticas del saber. ¿Qué sería una función sin ocasiones para funcionar? ¿Qué sería de la razón sin ocasiones de razonar? La pedagogía de la razón debe aprovechar todas las ocasiones para razonar. Debe buscar la variedad de razonamientos, o mejor aún las variaciones del razonamiento. Ahora bien, las variaciones del razonamiento son numerosas en las ciencias geométricas y físicas; se unen a la dialéctica de los principios de razón, a la actividad de la filosofía del no. Hay que aceptar la lección. La razón una vez más debe obedecer a la ciencia. La geometría, la física, la aritmética son ciencias; la doctrina tradicional de una razón absoluta e inmutable es sólo una filosofía caduca. (*Philosophie*, cap. VI, p. 144-145.)

[52] ¿Cómo no ver entonces que una filosofía que quiere ser realmente adecuada al pensamiento científico en evolución constante debe plantearse la reacción de los conocimientos científicos sobre la estructura espiritual? De este modo, desde el principio de nuestras reflexiones acerca del papel de una filosofía de las ciencias tropezamos con un problema que nos parece tan mal planteado por los científicos como por los filósofos. Se trata del

problema de la estructura y de la evolución del espíritu. Volvemos a encontrar la misma oposición: el científico cree partir de un espíritu sin estructura, sin conocimientos; el filósofo plantea normalmente un espíritu constituido, provisto de todas las categorías indispensables para comprender la realidad.

Para el científico, el conocimiento sale de la ignorancia como la luz sale de las tinieblas. El científico no ve que la ignorancia es un tejido de errores positivos, tenaces, solidarios. No se da cuenta de que las tinieblas espirituales tienen una estructura y que, en estas condiciones, cualquier experiencia objetiva correcta debe determinar siempre la corrección de un error subjetivo. Sin embargo, los errores no se destruyen fácilmente uno a uno. Están coordinados. El espíritu científico sólo puede constituirse destruyendo al espíritu no científico. Demasiado a menudo el científico se confía a una pedagogía fraccionada, cuando el espíritu científico debería plantearse una reforma subjetiva total. Todo progreso real en el pensamiento científico requiere una conversión. Los progresos del pensamiento científico contemporáneo han determinado transformaciones en los propios principios del conocimiento.

Para el filósofo, que por su oficio encuentra en sí mismo las .verdades primeras, el objeto tomado en bloque no tiene dificultad en confiar los principios generales. De este modo las perturbaciones, las fluctuaciones, las variaciones, apenas inquietan al filósofo. O las descuida como detalles inútiles, o las reúne para convencerse de la irracionalidad fundamental del dato. En los dos casos, el filósofo está preparado para desarrollar, a propósito de la ciencia, una filosofía clara, rápida, fácil, pero que continúa siendo una filosofía de filósofo. Sin embargo, una única verdad basta para salir de dudas, de la ignorancia, del irracionalismo, basta para iluminar un alma. Su evidencia se refleja en reflejos sin fin. Esta evidencia es una

luz única, no tiene ni especies ni variedades. El espíritu vive una única evidencia. No intenta crearse otras evidencias. La identidad del espíritu en el *yo pienso* es tan clara que la ciencia de esta conciencia es inmediatamente la conciencia de una ciencia, la convicción de fundar una filosofía del saber. La conciencia de la identidad del espíritu en sus diversos conocimientos aporta, por sí misma, la garantía de un método permanente, fundamental, definitivo. Ante tal éxito, ¿cómo plantearíamos la necesidad de modificar el espíritu y de ir en busca de nuevos conocimientos? Para el filósofo, las metodologías, tan distintas, tan móviles en las diferentes ciencias, revelan al menos un método inicial, un método general que debe informar todo el saber, que debe tratar del mismo modo todos los objetos. Así pues, una tesis como la nuestra que plantea el conocimiento como una evolución del espíritu, que acepta los cambios que se refieren a la unidad y a la perennidad del *yo pienso* debe confundir al filósofo.

Y, sin embargo, deberemos llegar a esta conclusión si queremos definir la filosofía del conocimiento científico como una *filosofía abierta,* como la conciencia de un espíritu que se fundamenta trabajando en lo desconocido, buscando en lo real aquello que contradice conocimientos anteriores. Ante todo, hay que tomar conciencia del hecho que la experiencia nueva dice *no* a la experiencia antigua, sin esto, evidentemente, no se trata de una experiencia nueva. Pero éste no nunca es definitivo para un espíritu que sabe dialectizar sus principios, constituir dentro de sí mismo nuevas clases de evidencia, enriquecer su cuerpo de explicación sin dar ningún privilegio a lo que sería un cuerpo de explicación natural dispuesto a explicarlo todo. (*Philosophie,* Prólogo, p. 8-10.)

2. La noción de objetividad

a) *Objeto científico y objeto inmediato*

[53] A nuestro entender, hay que aceptar el siguiente postulado para la epistemología: el objeto no sabría ser designado como un «objetivo» inmediato; dicho de otro modo, una marcha hacia el objeto no es inicialmente objetiva. Hay que aceptar pues una verdadera ruptura entre el conocimiento sensible y el conocimiento científico. Efectivamente creemos haber demostrado en el transcurso de nuestras críticas, que las tendencias normales del conocimiento sensible, por muy animadas que estén de pragmatismo y de realismo inmediatos, sólo determinaban un punto de partida falso, una falsa dirección. En particular la adhesión inmediata a un objeto sensible; se trata de la *satisfacción íntima;* no de la *evidencia racional.* Como dice Baldwin en una fórmula de admirable densidad: «*La estimulación* y no la respuesta, es el factor de control en la construcción de objetos de los sentidos». Incluso bajo la forma en apariencia general, incluso cuando el ser repleto y colmado cree ver venir la hora de pensar gratuitamente, todavía plantea la primera objetividad en forma de *estimulación.* Esta necesidad de sentir el objeto, este apetito de objetos, esta curiosidad indeterminada no corresponden todavía —bajo ningún concepto— a un estado de espíritu precientífico. Si un paisaje es un estado de ánimo romántico, un pedazo de oro es estado de ánimo avaro, una luz un estado de ánimo extático. Un espíritu precientífico, en el momento en que se intenta ponerlo en un aprieto con objecciones sobre su realismo *inicial,* sobre su pretensión de tomar, al primer gesto, su objeto, desarrolla siempre la psicología de esta *estimulación* que es el verdadero valor de convicción, sin llegar nunca sistemáticamente a la psicología del control objetivo. De hecho, como ya deja entrever

Baldwin, este control resulta en primer lugar de una *resistencia*. Por control se entiende en general *the checking, limiting, regulation of the constructive processes*. Pero antes del *freno* y la *reprimenda* que corresponden curiosamente al concepto inglés intraductible de *check*, explicitaremos la noción de *fracaso*, que también está implicada en esta palabra. Debido a que hay fracaso hay freno de la estimulación. Sin este fracaso, la estimulación sería *valor puro*. Sería borrachera; y gracias a este enorme éxito subjetivo que es una borrachera, sería el error objetivo más irrectificable. Así pues, según nosotros, el hombre que tuviera la impresión de no equivocarse *nunca* se equivocaría siempre. (*Formation*, cap. XII, p. 239.)

[54] Basta con que hablemos de un objeto para que nos creamos objetivos. Pero en nuestra primera elección, el objeto nos elige más a nosotros que nosotros a él y lo que tomamos por pensamientos fundamentales sobre el mundo a menudo confidencias sobre la juventud de nuestro espíritu. A veces nos maravillamos ante un objeto elegido; acumulamos las hipótesis y los sueños; formamos así convicciones que tienen la apariencia del saber. Sin embargo la fuente inicial es impura: la evidencia primera no es una verdad fundamental. De hecho, la objetividad científica sólo es posible si antes se ha roto con el objeto inmediato, si se ha rehusado la seducción de la primera elección, si se han detenido y contradicho los pensamientos que nacen de la primera observación. Toda objetividad debidamente verificada, desmiente el primer contacto con el objeto. En primer lugar debe criticarlo todo: la sensación, el sentido común, incluso la práctica más constante, la etimología en una palabra, ya que el verbo, hecho para cantar y seducir, encuentra raramente al pensamiento. Lejos de maravillarse, el pensamiento objetivo debe ironizar. Sin esta vigilancia malévola, nunca tomaremos una actitud realmente objetiva. Si se trata de exa-

minar a los hombres, iguales, hermanos, la simpatía es la base del método. Pero ante este mundo inerte que no vive con nuestra vida, que no sufre ninguna de nuestras penas, y que no exalta ninguna de nuestras alegrías, debemos impedir cualquier expansión, burlarnos de nosotros mismos. Los ejes de la poesía y de la ciencia en un principio son inversos. Todo lo que puede esperar la filosofía, es convertir la poesía y la ciencia en complementarias, unirlas como dos contrarios bien hechos. Hay que oponer pues al espíritu poético expansivo, el espíritu científico taciturno para el que la antipatía previa es una sana precaución. (*Psychanalyse*, cap. I, p. 9-10.)

b) *La noción de «hecho científico»*

[55] La duda universal pulverizaría irremediablemente el dato en un montón de hechos heteróclitos. No corresponde a ninguna instancia real de la investigación científica. La investigación científica reclama en vez de la exhibición de la duda universal, la constitución de una problemática. Tiene su punto de partida real en un *problema*, aunque esté mal planteado. El yo científico es entonces *programa de experiencias*, mientras que el no-yo científico ya es *problemática constituida*. En física moderna no se trabaja nunca sobre el desconocido absoluto. *A fortiori*, contra todas las tesis que afirman una irracionalidad fundamental, no se trabaja sobre lo incognoscible.

Dicho de otro modo, un problema científico se plantea a partir de una correlación de leyes. A falta de un protocolo preliminar de leyes, un *hecho* limitado a una constatación corre el riesgo de ser mal comprendido. Más concretamente, afirmado dogmáticamente por un empirismo que se aferra a su constatación, un *hecho* se infeuda en tipos de comprensión sin relación con la ciencia actual. De aquí los errores que la ciudad científica no se molesta en juzgar. El que haya comprendido, por ejem-

plo, la teoría científica del *punto de rocío* tiene conciencia de aportar una prueba definitiva que cierra una antigua controversia. La técnica de un higrómetro como los de Daniell o Regnault— para citar sólo aparatos conocidos a mediados del siglo XIX— da una garantía de objetividad menos fácil de obtener con una simple observación «natural». Una vez recibida esta lección de objetividad, no se puede cometer el error de un Renan que cree poder rectificar el sentido común en estos términos: «El vulgo también piensa que el rocío cae del cielo y apenas cree al científico que le asegura que sale de las plantas» [1]. Ambas afirmaciones son igualmente falsas; las dos llevan la marca de un empirismo sin organización de leyes. Si el rocío cayera del cielo o si saliese de las plantas, sólo suscitaría una mínima problemática. El fenómeno del rocío está racionalizado por la ley fundamental de la higrometría ligando la tensión del vapor a la temperatura. Apoyado en la racionalidad de esta ley, es posible, sin apelación alguna, resolver el problema del rocío.

Otro historiador, muy preocupado por el pensamiento científico, es víctima de un error, como Renan. Taine escribiendo en 1861 a su amigo de Suckau quiere ponerlo al corriente de los acontecimientos de la ciencia en los últimos meses: «En estos momentos se estudia la luz con mucho interés; las experiencias de Fizeau demuestran que corre más rápidamente en el agua que en el aire, y las de Becquerel hijo demuestran que todos los cuerpos son fosforescentes» (*Correspondance*, t. II, p. 214). La luz «va *más deprisa* en el agua que en el aire». Se hubiera tenido que decir lo contrario. Se dirá que es un simple lapsus. Sin duda. Pero con este lapsus el físico queda tan sorprendido como un historiador al que se diría que el golpe de estado de Napoleón precedió a la Revolución del 48. Más concretamente, Taine se limita a dar a la ex-

1. RENAN, *L'avenir de la science*, p. 20.

periencia de Fizeau el único valor de un *hecho constatado.* Si hubiera apreciado esta experiencia a partir de la problemática que la hacía interesante, seguramente no hubiera cometido este error. La experiencia de Fizeau es más que un resultado, es una conclusión. Es un valor epistemológico racional. Se da precisamente como una experiencia crucial que decide a favor de la teoría de las ondulaciones luminosas contra la teoría de la emisión. Sin duda, con la relatividad, se volverá a plantear el problema, una problemática más amplia requerirá nuevos comentarios. Pero hace un siglo, la experiencia exigía ya un largo comentario, una valoración, pues representaba un valor epistemológico eminente. Era algo más que un hecho histórico, más que un hecho que resulta de una constatación. Resolvía un *problema.* (*Rationalisme,* cap. III, p. 52-53.)

c) *Una «revolución copernicana de la objetividad»*

[56] En estas condiciones, un mundo que tiene ya una seguridad objetiva se nos presenta como una serie de *problemas* bien definidos. Esta situación ha sido muy bien definida por varias notas de Georges Bouligand en las que el sabio matemático presenta con toda la claridad deseable la dialéctica de la síntesis global, (estado actual de los conocimientos matemáticos) y problemas claramente planteados en función de esta síntesis global. En el terreno del conocimiento científico de lo real, la situación no está sin duda tan clara como la situación caracterizada por Georges Bouligand respecto al progreso de las ciencias matemáticas. Sin embargo la situación plantea la misma dialéctica. De hecho si se quisiera describir la actividad del pensamiento científico en el estilo ya célebre del existencialismo, habría que decir que el pensamiento científico está sistemáticamente «en situación» de objetivación precisa, de objetivación que se expone como una

escala de precisión. Aquí vemos todavía la enorme superioridad de instrucción metafísica del *objeto científico* sobre el objeto de experiencia común, ya que es en el extremo de la objetivación cada vez más precisa que intervienen las funciones importantes de la racionalización del objeto. En vez del dualismo de exclusión del sujeto y del objeto, en vez de la separación de las substancias metafísicas cartesianas, vemos actuar la dialéctica de conexión entre los conocimientos objetivos y los conocimientos racionales.

En el trabajo de la precisión científica se pueden obtener los elementos de una revolución copernicana de la objetividad. No es el objeto quien designa la precisión, es el método. Se comprenderá este matiz metafísico si nos remitimos a alguna medida primitiva. Por ejemplo, se dice que la palabra quilate viene del nombre de un árbol de África (kuara) cuyas semillas, ya secas, pesan aproximadamente lo mismo. Los indígenas confiados en esta regularidad se sirven de este grano para pesar el oro. Así pues en un primer uso, se utiliza con toda ingenuidad, de una regularidad *natural,* para determinar una precisión técnica, y esto en una medida de metal precioso. Es necesario invertir la perspectiva para fundar el racionalismo de la medida.

Claro está, un objeto puede determinar muchos tipos de objetivación, muchas perspectivas de precisión, puede pertenecer a problemáticas distintas. El estudio de una molécula química puede desarrollarse en la perspectiva de la química y en la perspectiva de la espectrografía. De todos modos, un objeto científico sólo es *instructor* respecto a una construcción preliminar que hay que *rectificar,* que hay que consolidar

De este modo estamos siempre ante la misma paradoja: el racionalismo es una flosofía que *continúa;* nunca es realmente una filosofía que *comienza.*

En estas condiciones, cualquier experiencia sobre la

realidad ya informada por la ciencia es al mismo tiempo una experiencia sobre el pensamiento científico. Esta *experiencia doblada* del racionalismo aplicado está dispuesta a *confirmar discursivamente* una existencia, a la vez en el objeto y en el sujeto. La existencia del sujeto racionalista no podría comprobarse con el modelo unitario. Toma confianza con su poder dialéctico. Es eminentemente dialéctica y discursiva ya que debe actuar fuera de sí y en sí asumiendo una substancia y una existencia. Si hacemos ontología, es necesario que sea ontología de un devenir psíquico que provoca una ontogenia de pensamientos.

Cómo no ver entonces que el objeto *designado* y el objeto *instructor* corresponden a dos instancias de objetivación radicalmente distintas. Ambos remiten a niveles de existencia subjetiva valorados distintamente, la mayor parte de las discusiones filosóficas acerca de «la realidad del mundo sensible» se hacen a propósito de objetos tomados como ejemplos, pretextos u ocasiones —es decir, al nivel de la instancia de objetivación del *objeto designado*. Pero el objeto simplemente designado no es realmente un buen signo de unión para dos espíritus que pretenden *profundizar* el conocimiento del mundo sensible. Por ejemplo, nada más inconciliable que las actitudes filosóficas ante un objeto familiar según se tome este objeto en su ambiente de familiaridad o en su individualidad necesariamente original. Y se trata todavía de otra cosa cuando se quiere estudiar un fenómeno enraizado en un objeto, una materia, un cristal, una luz. Inmediatamente se presenta la necesidad del programa de experiencias y la obligación, para dos espíritus que quieren instruirse mutuamente, de ponerse en una misma línea de profundización. Ya no se trata entonces de designación inmediata e intuitiva, sino de una designación progresiva y discursiva, cortada por numerosas rectificaciones.

Para esquematizar la rivalidad entre el racionalismo y

el empirismo en esta toma de objetos, se podría evocar este breve diálogo:

El empirista acostumbra a decir al racionalista: «Sé lo que va usted a decir.» A esto, el racionalista debe responder: «¡Bien! En este caso, usted es tan racionalista como yo *acerca del tema del que discutimos.*» El otro continúa: «Usted, racionalista, no adivina lo que voy a decir.» «Sin duda, responde el racionalista, pero adivino que hablará usted *fuera* del tema del que discutimos.»

Ya vemos como desde el punto de vista del conocimiento científico, el objeto designado por el conocimiento común no tiene capacidad de retención. Localiza antes una palabra en un vocabulario que una cosa en un universo. El objeto designado por el *esto*, aunque sea con el índice, lo es normalmente en un lenguaje, con cierto tipo de llamada. Ante un objeto que me designan por su nombre habitual, nunca sé si es el nombre o la cosa lo que pienso, o incluso esta mezcla de cosa y de nombre, informe, monstruosa, en la que ni la experiencia ni el lenguaje se dan en su acción mayor, en su trabajo de interpsicología efectiva. (*Rationalisme*, cap. III, p. 54-55.)

3. La noción de problemática

[57] Todo se aclarará si situamos el objeto de conocimiento en una problemática, si lo indicamos en un proceso discursivo de instrucción, como un elemento situado entre racionalismo enseñante y racionalismo enseñado. No hace falta decir que se trata ahora de un objeto *interesante*, de un objeto para el que no se ha *acabado* el proceso de objetivación, de un objeto que no remite pura y simplemente a un pasado de conocimiento incrustado en un nombre. Para decirlo de pasada, ¿no es una ironía de un sino de filósofo que muchos existencialismos se quedan en nominalismos? Creyendo ponerse al margen

de las filosofías del conocimiento, las doctrinas existencialistas se limitan, en muchos casos, a las doctrinas del *reconocimiento*. Y, a menudo, pretendiendo vivir su experiencia presente, dejan a las cosas su pasado de cosas reconocidas. El objeto reconocido y nombrado les oculta el *objeto que hay que conocer*. Si hacemos a un existencialista una objección de esta tendencia al pasado de su teoría del conocimiento, se vuelve de una sola pieza hacia un futuro de conocimientos y empieza a desarrollar, ante cualquier objeto de la vida común, la singularidad de su actitud de sujeto abierto a cualquier conocimiento progresivo.

La posición del objeto científico, del objeto actualmente instructor, es mucho más compleja, mucho más *comprometida*. Reclama la unidad del método y la experiencia. Hay que conocer entonces el *método de conocimiento* para alcanzar el *objeto del conocimiento*, es decir, en el reino del conocimiento metodológicamente valorizado, el objeto susceptible de transformar el método de conocimiento. Volveremos a insistir en esta discursividad metafísica. Lo que necesitamos, de momento, es haber sugerido al lector la idea necesaria de una problemática antecedente a cualquier experiencia que se quiere *instructiva*, una problemática que se basa, antes de precisarse, sobre una duda específica, sobre una duda *específica por el objeto del conocimiento*. Una vez más no creemos en la eficacia de la duda en sí, de la duda que no está aplicada a un objeto. (*Rationalisme*, cap. III, p. 56.)

4. La noción de «método científico»

a) *¿Cortesía del espíritu científico?*

[58] Ya no es el momento de un *Discours de la Méthode*. Ya Goethe, al final de su vida escribía: «Descartes

ha hecho y rehecho varias veces su *Discours de la Méthode.* Sin embargo, tal como lo poseemos hoy, no nos puede ser de ninguna ayuda». No sería tan severo como Goethe. Pero las reglas generales del método cartesiano ya son reglas por sí mismas. Representan, para decirlo de algún modo, la cortesía del espíritu científico; son, para un congreso como el nuestro, las costumbres evidentes del hombre bien acompañado. ¿Sería un científico el hombre que tomase una cosa por cierta antes de haberlo comprobado? ¿Tendría audiencia en un congreso científico aquel que no condujera sus pensamientos en orden teniendo siempre presente en el espíritu las verdades básicas de la ciencia que cultiva?

Las dificultades ya no están aquí. Tienen sus causas en la diversidad de métodos, en la especialización de las materias, especialmente en el hecho de que los métodos científicos se desarrollan al margen —a veces en oposición— de los principios del sentido común, de las simples enseñanzas de la experiencia. Todos los métodos científicos activos están precisamente en auge. No son el resumen de las costumbres adquiridas en la larga práctica de una ciencia. No se trata de sabiduría intelectual adquirida. El método es realmente una trampa de adquisición, una estratagema nueva, útil en la frontera del saber.

En otras palabras, un método científico es un método que busca el riesgo. Seguro de su conocimiento se arriesga en una adquisición. La duda está ante él y no detrás, como en la vida cartesiana. Por eso puedo decir, sin gradilocuencia, que el pensamiento científico es un pensamiento comprometido. Constantemente pone en juego su propia constitución.

Hay más. Parece que por una paradoja insigne, el espíritu científico viva en la extraña esperanza de que el propio método fracase totalmente. Ya que un fracaso, es el hecho nuevo, la idea nueva, es la traviesa función matemática que se sale del corsé de las derivadas conser-

vándose honestamente continua. Se burla de los viejos maestros, sonríe de la ingenuidad de los viejos libros. Ya no recuerdo el nombre del científico —quizás esté entre vosotros— que ha dicho que nos apartamos de buena gana de un método fecundo con demasiada regularidad. Este método acaba por pasar de la condición de método de descubrimiento a la condición de simple método de enseñanza. La claridad a veces hace estragos entre las filas del profesorado. Algunos se limitan, en el suave murmullo de las lecciones, a una claridad antigua y retroceden una generación. No quisiera oscurecer este día de fiesta intelectual que es la apertura de un congreso dando ejemplos de métodos que sólo son un pasado, pero ustedes saben bien que el método sólo podría ser una rutina y, utilizando todavía una frase de Goethe: «Cualquiera que persevere en una investigación se ve obligado, tarde o temprano a cambiar de método.» (Congreso internacional de filosofía.)

b) *¿Un procedimiento inesencial?*

[59] Interpretaríamos mal el problema de los métodos científicos si viéramos en los métodos, en un exceso contrario de movilidad, una serie de procedimientos sin relación con el conjunto de verdades profundas, si juzgáramos su valor en función de un pragmatismo desusado, de un pragmatismo desmigajado.

Este pragmatismo ha hecho tales estragos en la doctrina de la ciencia, ha servido con tanta facilidad para afirmar un escepticismo acerca de los valores de la verdad, que os pido permiso para insistir sobre el poder de constante integración del saber científico moderno.

Un método particular, un método que se plantee un estudio muy especializado, si realmente es fecundo, determina tales ampliaciones de la cultura que podemos sorprendernos fácilmente de las prédicas habituales en con-

tra de la especialización. Sin duda pondríamos en un aprieto a quienes profesan una admiración abierta hacia la cultura general pidiéndoles que la definieran. En su definición, encontraríamos fácilmente la señal indeleble de sus estudios juveniles, de modo que podríamos decir: llamo cultura general a lo que mis buenos y viejos maestros me enseñaron. Haber sabido es a menudo una excusa para desinteresarse en aprender.

Por otra parte toda la polémica se aclara si evocamos lo que podríamos llamar, incluyendo precisamente a las ciencias humanas, *la cultura general científica*. Con esta extensión el espíritu científico debe presentarse como el armazón de una cultura general moderna.

Así pues, si seguimos la historia de las ciencias desde hace dos siglos, nos damos cuenta de que se trata a la vez de una historia de especializaciones del saber y de una historia de la integración en una cultura general de las culturas especializadas. Esta capacidad de integración es tan grande que el temor a las especializaciones es un claro ejemplo de temor inútil. A lo largo de la historia de las ciencias, podemos escoger quejas filosóficas que pretenden alertar a los espíritus en contra de la especialización. Podemos sorprendernos hoy de que un Goethe encontrara demasiado especializada la óptica de principios del siglo XIX. Lo que está demasiado especializado para un filósofo es a veces un elemento de la cultura general del científico.

Pero el filósofo no se da cuenta de que la especialización supone a menudo la actualización de una cultura científica general. La especialización hace actuar una fuerza largamente acumulada.

La vida del científico encuentra una gran coherencia en una especialidad profunda. Descubrimos entonces la fenomenología de la obstinación racionalista, la fenomenología de la experiencia minuciosa, en una palabra, la fenomenología de la valentía de la inteligencia.

Para servir a una especialización el espíritu se abre a todos lados, las miradas se dirigen sobre el vasto mundo. Y qué inmensa lectura, qué avidez de informaciones nuevas reclama una especialización moderna. Podemos decir que se han escrito, desde hace medio siglo, más libros y artículos sobre el electrón que lo que se ha escrito en todas las épocas sobre la Luna.

Ved pues, dónde se manifiesta la verdadera fecundidad de la cultura, la viveza actual de la cultura. Sin duda la comparación entre el movimiento de la Luna y el movimiento de la caída de los cuerpos ha sido la ocasión, cuando las medidas han sido lo bastante precisas, para las grandes síntesis newtonianas. Pero actualmente el electrón, esta luna de prodigios mundos minúsculos, nos introduce en una problemática más amplia. El estudio de la mecánica del electrón nos exige pensamientos cada vez más generales, cada vez más envolventes. Pronto la mecánica de la Luna sólo será una mecánica clásica, la mecánica de un electrón perezoso, de un electrón monstruosamente más pesado. Y los cientificos lo abandonarán a los sueños de los poetas que volverán a encontrar así una de sus especialidades.

Hay que ignorar por completo la psicología del especialista, del trabajador ansioso de especialización, para describirlo como un hombre con gafas que se encuentra en un callejón sin salida. En ciencia las perspectivas precisas son empeños a largo alcance. *(Ibid.)*

c) *«Cambiando de métodos la ciencia se hace cada vez más metódica»*

[60] Hay otra razón que acentúa el valor de los métodos múltiples, otra razón que, a pesar del movimiento de sus métodos, da a la ciencia moderna una feliz estabilidad. Es el hecho de que cualquier crisis profunda en el

método es inmediatamente una conciencia de la reorganización del método. Podéis conseguir pruebas de ello si seguís los coloquios de matemáticas, si vais hasta el fondo de los debates sobre el determinismo.

Nos encontramos frente a los demás evidentes conflictos del método. Me pregunto incluso si no hay actualmente una cierta oposición entre los esfuerzos para fundar la ciencia y los esfuerzos para construirla. Sin duda no debemos ser víctimas de nuestras metáforas. Después de todo fundar, construir andamios, edificar sólo son imágenes. En lo que respecta al edificio de la ciencia se puede edificar sin fundamentos. Y ¡desgraciadamente!, también se pueden poner los fundamentos sin edificar. Si mis solemnes funciones de presidente del congreso no me privasen del placer de las polémicas vivas y amistosas, podría dar ejemplos. Ustedes mismos los encontrarán. Pero en tanto que hombres de ciencia saben mejor que nadie que la ciencia no se destruye, que ninguna crisis interna puede detener su impulso, que su poder de integración le permite aprovechar lo que la contradice. Una modificación en las bases de la ciencia implica un aumento en la cima. Cuando más se ahonda en la ciencia más se eleva.

Podemos, pues, estar seguros de que la multiplicación de métodos, al nivel que trabajen estos métodos, no puede perjudicar la unidad de la ciencia. En otras palabras, utilizando un concepto epistemológico de Bouligand, se puede afirmar que la síntesis global de la ciencia está tanto más asegurada por cuanto esta síntesis global irradia su problemática lo más lejos posible. Podemos señalar perfectamente un método que se usa, un método que, en contradicción con la etimología, ya no funciona. Pero en la ciencia moderna la condena de un método supone inmediatamente la propuesta de un método nuevo, un método joven, un método para jóvenes. Tendréis numerosos testimonios de ello en este congreso. No hay intereg-

no en el desarrollo de los métodos científicos modernos. Cambiando de métodos, la ciencia se convierte cada vez en más metódica. Estamos en estado de racionalismo permanente. *(Ibid.)*

5. La noción de aplicación

[61] (...) El espíritu científico puede descarriarse siguiendo dos tendencias opuestas: la atracción de lo singular y la atracción de lo universal. Al nivel de conceptualización, definiremos ambas tendencias como características de un conocimiento en comprensión y de un conocimiento en extensión. Pero si la comprensión y la extensión de un concepto, son, una y otra ocasiones de paro epistemológico, ¿dónde están las fuentes del movimiento espiritual? ¿Debido a qué enredamiento puede encontrar una salida?

Habría que crear aquí una palabra nueva, entre comprensión y extensión, para designar esta actividad del pensamiento empírico inventivo. Sería preciso que esta palabra pudiera recibir una acepción dinámica particular. En efecto, según nosotros, la riqueza de un concepto científico se mide por su poder de deformación. Esta riqueza no puede atribuirse a un fenómeno aislado al que consideraríamos cada vez más rico en caracteres, cada vez más rico en comprensión. Esta riqueza tampoco puede atribuirse a una colección que reuniría a los fenómenos más heterogéneos, que se extendería, de un *modo contingente,* hasta casos nuevos. El matiz intermedio se realizará si el enriquecimiento en extensión se hace *necesario,* tan coordinado como la riqueza en comprensión. Para englobar nuevas pruebas experimentales, habrá que *deformar* los conceptos primitivos, estudiar *las condiciones de aplicación de un concepto en el mismo sentido del concepto.* En esta última necesidad reside, a nuestro en-

tender, el carácter dominante del nuevo racionalismo, que corresponde a una fuerte unión de la experiencia y de la razón. La división clásica que separaba la teoría de su aplicación ignoraba esta necesidad de incorporar las condiciones de aplicación en la esencia misma de la teoría.

Como la aplicación está sometida a aproximaciones sucesivas, se puede decir que el concepto científico correspondiente a un fenómeno particular es la *agrupación* de las aproximaciones sucesivas bien ordenadas. La conceptualización científica necesita de una serie de conceptos en vías de perfeccionamiento para recibir el dinamismo que planteamos, para formar un eje de pensamientos inventivos.

Esta conceptualización totaliza y actualiza la historia del concepto. Más allá de la historia, empujada por la historia, suscita experiencias para deformar un estadio histórico del concepto. En la experiencia busca ocasiones para *complicar* el concepto, para *aplicarlo* a despecho de la resistencia del concepto, para conseguir las condiciones de aplicación que la realidad no puede reunir. Nos damos cuenta entonces de que la ciencia *realiza* sus objetos sin encontrarlos nunca acabados. La fenomenotécnica *extiende* la fenomenología. Un concepto se ha convertido en científico en la proporción en que se ha convertido en técnico, en que está acompañado por una técnica de realización. Se comprende pues que el problema del pensamiento científico moderno es, de nuevo, un problema filosóficamente intermediario. Cómo en los tiempos de Abelardo quisiéramos situarnos en una posición a medias, entre los realistas y los nominalistas, entre positivistas y formalistas, entre partidarios de hechos y partidarios de signos. Nos ofrecemos a la crítica desde todos lados. (*Formation,* cap. III, p. 60-61.)

II. EL MATERIALISMO TÉCNICO

1. INSTRUMENTOS Y PRECISIÓN

[62] En la ciencia moderna, las condiciones de precisión se hacen cada vez más absorbentes. Sin duda ya están mal dilucidadas. Así pues la «Toise del Châtelet» * empotrada en 1668 en el muro exterior del gran Châtelet, expuesta a la intemperie, usada por el control frecuente de los pesos y medidas comerciales, sirvió para determinar la «toise» del Perú, que Bouguer, La Condamine y Godin se llevaron en 1735 bajo el ecuador. En las mismas condiciones la misión de Laponia dirigida por Maupertuis y Clairaut determinó la «toise» del Norte. Los científicos e investigadores más prudentes y minuciosos de la época se contentan con una determinación muy tosca incluso en las investigaciones científicas de carácter más elevado. En la opinión del astrónomo Lalande, la diferencia entre las dos marcas puede ser hasta de una veinticincoava parte de la línea, es decir de una décima de milímetro. Hace doscientos años, un error de una décima de milímetro se consideraba despreciable o difícilmente determinable.

* Antigua medida francesa de longitud, equivalente a 1949 m. (N. del T.)

A fines del siglo XVIII, el establecimiento del sistema métrico permite investigaciones más minuciosas. Se utilizan nonios y lentes. Diversos investigadores repiten numerosas series de determinaciones. ¿Cuál es el resultado? Delambre en su obra *Sur la base du système métrique décimal,* da a entender que tamaños como la centésima de milímetro le parecen inaccesibles a las observaciones, incluso en las investigaciones científicas de mayor precisión. Con cincuenta años de intervalo, la precisión límite ha sido decuplicada. Cien años más tarde, limitándose a medios directos, con aparatos ópticos (microscopio de aumento mediano) que los hombres de ciencia de la Convención hubieran podido utilizar, se alcanza una aproximación de una diezmilésima de milímetro.

Finalmente en un último período, nos damos cuenta de que los instrumentos directamente adaptados a la medida de las longitudes han dado toda la precisión que podían dar. Para afinar el conocimiento, se necesitan métodos enteramente nuevos. En 1900, Benoit acababa su informe al Congreso internacional de Física con estas palabras: «Estoy convencido de que nuestros descendientes lo harán mejor que nosotros, pero para esto, según todas las probabilidades, lo harán de otro modo.» Por ejemplo, se irá a las interferencias ópticas, realizando una idea de Fizeau. Este físico escribía en 1864: «Un rayo de luz con sus series de ondulaciones extremadamente tenues, pero perfectamente regulares, puede considerarse como un micrómetro natural de gran perfección, particularmente apto para determinar longitudes.» A veces, con métodos diferentes, las dificultades han cambiado totalmente de aspecto. Así pues, en las determinaciones directas de longitud, la parte decimal era evidentemente difícil de precisar. En los procedimientos ópticos, se trata de una tarea relativamente fácil. El mayor obstáculo está en conocer toda la parte que se expresa en longitud de onda con un número muy grande. Vemos de este modo

cómo interviene el papel primordial de los instrumentos en los conocimientos aproximados en física. (*Essai*, cap. V, p. 60-61.)

[63] *Un instrumento, en la ciencia moderna es realmente un teorema;* si tomamos la construcción esquemática de la experiencia parte por parte, o incluso instrumento por instrumento, nos damos cuenta de que las hipótesis deben coordinarse desde el propio punto de vista del instrumento; aparatos como el de Millikan, como los de Stern y Gerlach están *directamente* pensados en función del electrón o del átomo. Las suposiciones que se hacen ahora en la base de la ciencia a propósito de los caracteres atómicos no son simples andamiajes. Constituyen el verdadero armazón de nuestra ciencia experimental. Por ello la doctrina de Vaihinger, por otra parte tan sugestiva, no nos parece que haya despejado el verdadero carácter de las concepciones atómicas contemporáneas. Para Vaihinger, el átomo no es realmente una hipótesis; correspondería más a una ficción [1]. A partir de ahí, en tanto que ficciones, todos los caracteres atribuidos directamente al átomo debieran eliminarse inmediatamente después de haber cumplido su función intermediaria, exactamente del mismo modo que el símbolo de la cantidad imaginaria utilizado por el álgebra debe desaparecer cuando se enuncian los resultados. Precisamente porque la intuición de átomo se eliminará al final podemos cargarla de caracteres contradictorios. Esto sería cierto incluso en lo que se refiere a las intuiciones. Vaihinger llega a decir que una intuición, incluso si es materialmente falsa, sirve a menudo de un modo provisional para sustituir una intuición exacta. A nuestro parecer, este carácter deliberadamente *artificial* expresa mal el carácter *técnico* cuya importancia subrayamos más arriba.

1. VAIHINGER, *Die Philosophie des Als Ob.*

Lo artificial puede dar perfectamente una metáfora; no puede, como la técnica proporcionar una sintaxis susceptible de ligar entre sí los argumentos y las intuiciones. Como máximo, como reconoce el mismo Vaihinger, si podemos hablar del juego de la imaginación a propósito de las hipótesis atomísticas, debemos reconocer que este juego no es ilusorio. Lejos de conducir el entendimiento a error, facilita su tarea. (*Intuitions*, cap. VI, p. 140-142.)

[64] De un modo todavía más claro y casi material, podríamos determinar las distintas edades de una ciencia a través de la técnica de sus instrumentos de medida. Cada uno de los siglos transcurridos tiene su escala de precisión particular, su grupo de decimales exactos y sus instrumentos específicos. No queremos rehacer la historia de los instrumentos que ya hemos tratado en otra obra[1]. Simplemente queremos señalar la dificultad de determinar las *primeras* condiciones de la medida. Por ejemplo, Martine observa que los primeros termómetros se construían con mucha imprecisión[2]. «Incluso los de Florencia cuyo grado más alto se fijaba según la máxima temperatura del sol en aquella comarca, se consideraban demasiado vagos e imprecisos». Nos damos cuenta, con este ejemplo simple, del carácter nefasto del uso directo del termómetro. Ya que el termómetro debe informarnos de la temperatura ambiente, se pide el principio de su graduación a indicaciones metereológicas. En una perspectiva semejante, Halley propone como punto fijo la temperatura de los lugares subterráneos insensibles al verano y al invierno. El termómetro recoge esta insensibilidad. A falta de una medida instrumental no era directamente

1. En el *Essai sur la connaissance approchée* (D. C.) *

2. MARTINE, *Dissertation sur la chaleur avec les observations nouvelles sur la construction et la comparaison des thermomètres*, trad., París, 175, p. 6.

* Las notas que se añaden a las de Bachelard son de Dominique Lecourt (D. L.)

objetiva. En la época de Boyle, señala Martine, todavía «los termómetros eran tan variables e indeterminados que parecían moralmente imposible establecer a través de ellos la medida del calor y del frío, tal como la tenemos del tiempo, de la distancia, del peso, etc.»

Ante esta carencia de técnica instrumental, no debemos sorprendernos de la prodigiosa variedad de los primeros termómetros. Pronto se encontraron de más tipos que las medidas del peso. Esta variedad es muy característica de una ciencia de aficionados. Los instrumentos de una ciudad científica constituida como la nuestra se estandarizan casi inmediatamente.

La voluntad de técnica es en nuestro tiempo tan clara y tan controlada que nos sorprendemos de la tolerancia de los primeros errores. Creemos que la construcción de un *aparato objetivo* se hace por sí sola. Todavía no vemos la cantidad de precauciones técnicas que reclama el montaje del más simple aparato. Por ejemplo, aparentemente, ¿hay algo más simple que el montaje en forma de barómetro de la experiencia de Torricelli? Sólo llenar el tubo requiere particular atención. El más mínimo error en este sentido, la menor burbuja que quede, determina diferencias notables en la altura barométrica. El aficionado Romas, en la pequeña ciudad de Nérac, observaba las diferentes variaciones de cincuenta aparatos. En la misma época se multiplicaban las observaciones para determinar la influencia de las variaciones barométricas sobre diversas enfermedades. De este modo el aparato y el objeto de la medida aparecían a la vez mal adaptados, uno y otro de las buenas condiciones de un conocimiento objetivo. En el primitivo conocimiento instrumental vemos levantarse el mismo obstáculo que en el conocimiento objetivo ordinario: el fenómeno no proporcionaba necesariamente a la media la variable más regular. Al contrario, a medida que los instrumentos se harán más precisos, su *producto* científico estará mejor definido. El

conocimiento se hace objetivo en la proporción en que se hace instrumental.

La doctrina de la sensibilidad experimental es una concepción muy moderna. Antes de cualquier empresa experimental un físico debe determinar la sensibilidad de sus aparatos. El espíritu precientífico no lo hace. La marquesa de Châtelet estuvo muy cerca de la experiencia que Joule realizó un siglo más tarde sin verla viable. Dijo explícitamente: «Si el movimiento produjera el fuego, el agua fría, sacudida con fuerza, se calentaría, pero esto no ocurre de un modo sensible; si se calienta es con mucha dificultad.» El fenómeno que la mano no distingue de un modo sensible hubiera sido señalado por un termómetro ordinario. La determinación del equivalente mecánico del calor sólo será el estudio de este calentamiento difícil. Nos sorprenderemos menos de esta ausencia de perspicacia experimental si consideramos la mezcla de intuiciones de laboratorio y de intuiciones naturales. Así Voltaire pregunta, al igual que la marquesa de Châtelet, por qué los vientos *violentos* del Norte no producen calor. Como vemos, el espíritu precientífico no es una doctrina clara de lo grande y de lo pequeño. Los mezcla. Lo que más le falta al espíritu es quizás una doctrina de los errores experimentales. (*Formation*, cap. XI, p. 216-217.)

2. La «ciudad científica»

a) *La Escuela*

[65] ¿Cómo no inscribir a partir de ahora en la filosofía fundamental del pensamiento científico a partir de su estatuto intersubjetivo, su carácter social ineluctable? Pues, a fin de cuentas, la esencial pluralidad de los pensadores de un determinado pensamiento científico determina, como dice el poeta, «la expresión del hombre a la

milésima persona del singular»[1], se trata de una generación de hombres de cienca unificada en la singularidad de una nueva verdad, en la artificiosidad de una experiencia desconocida por las generaciones anteriores. Parece que el carácter social de las ciencias físicas se designe precisamente por el *programa* evidente de estas ciencias. El trabajador aislado debe confesar que «sólo no lo hubiera encontrado». Este progreso da a esas ciencias una verdadera historia de la enseñanza cuyo carácter social no puede pasar desapercibido. La comunión del racionalismo que enseña y del racionalismo enseñado que hemos intentado caracterizar en nuestra obra anterior (se trata de *Rationalisme appliqué*) da al espíritu científico la dinámica de un crecimiento regular, la dinámica de un progreso *seguro*, de un progreso confirmado psicológicamente y socialmente por la expansión de las fuerzas culturales. El hombre duda. La Escuela —en ciencias— no duda. La Escuela —en ciencias— arrastra. La cultura científica impone sus tareas, su línea de crecimiento. Las utopías filosóficas no pueden hacer nada. El idealismo no enseña nada. Hay que ir a la escuela, a la escuela tal como es, en lo que se convierte en el pensamiento social que la transforma.

Y ya que no queremos olvidar ninguno de los caracteres que determinan la evolución del pensamiento científico, debemos indicar la extraordinaria importancia del libro científico moderno. Las fuerzas culturales quieren la coherencia y la organización de los *libros*. El pensamiento científico es un libro activo, un libro a la vez audaz y prudente, un libro de ensayo, un libro del que quisiéramos dar ya una nueva edición, una edición mejorada, refundida, reorganizada. Se trata realmente del ser de un pensamiento en vías de crecimiento. Si olvidamos este carácter de solidez sucesiva de la cultura científica mo-

1. Henri PICHETTE, Prefacio de el *Grenier sur l'eau* de Emmanuel LOOTEN.

derna, se mide mal su acción psicológica. El filósofo habla de fenómenos y de números. ¿Por qué no prestar atención al ser del libro, al bibliómano? ¿Un filósofo escéptico pregunta si existe el electrón? No supone rehuir el debate responder con el argumento del libro: el número de libros escritos sobre el electrón en cincuenta años sin duda es mayor que el número de libros escritos sobre la luna en quinientos años. ¡Existir a través del libro, es ya una *existencia,* una existencia tan humana, tan sólidamente humana! En vano se objetará que la luna «existe» para dos millones de hombres —con gran variedad de valores ontológicos y precisamente sin mucha garantía de objetividad común— mientras que el electrón sólo existe para algunos miles de físicos enterados que transmiten su cultura a algunos cientos de miles de lectores atentos. Pero en esto precisamente se hace necesario edificar una filosofía de la cultura científica en la que se indiquen todas las ocasiones de dar una jerarquía de valores de realidad. Esta filosofía de la cultura científica es muy distinta del positivismo ya que, lejos de satisfacerse con los resultados adquiridos, esta filosofía se interesa aventuradamente en una discusión acerca de los valores filosóficos de los temas más variados de la experiencia y acerca de las distintas dialécticas que transtornan y reorganizan los valores racionales. Con estos esfuerzos la naturaleza se pone bajo el signo del hombre activo, del hombre que inscribe la técnica en la naturaleza [1]. La coherencia humana alrededor de un ser técnico es en definitiva más fuerte que alrededor de un objeto natural. Ahora bien, la técnica no se descubre, se aprende en la enseñanza, se transmite en diagramas. Nos encontramos frente a valores de objetividad codificados. (*Activité,* Intr., p. 7-9.)

1. Karl MARX, *La ideología alemana.*

b) *Ciudad teórica y ciudad técnica*

[66] Vemos aparecer el teórico no solitario. Numerosas memorias técnicas llevan frecuentemente varias firmas. En el primer trimestre de 1948 aparecieron setenta memorias en *The Physical Review,* la mitad únicamente van firmadas por un solo nombre. Veintidós memorias aparecen con dos nombres. Ocho con tres. Cuatro memorias son el resultado de la colaboración de cuatro autores. Esta operación en el descubrimiento racionalista es señal de los nuevos tiempos. La historia de las matemáticas hasta el siglo XX no nos da ni un solo ejemplo de una matemática a dos voces.

Sin embargo este pequeño recuerdo no nos da una idea suficiente de la comunión de los teóricos. Del mismo modo que una técnica particular implica construir toda una ciudad, una ciudad-fábrica, para crear algunos átomos de plutonio, para alojar algunos corpúsculos más en el ínfimo núcleo de un átomo, para provocar su energía monstruosa, una energía sin comparación con las fuerzas de la tempestad, del mismo modo, una enorme preparación teórica reclama el esfuerzo de toda la ciudad teórica.

Ambas sociedades, la sociedad teórica y la sociedad técnica, se tocan, cooperan. Estas dos sociedades *se comprenden.* Esta comprensión mútua, íntima, activa, es el hecho filosófico nuevo. No se trata de una comprensión *natural.* Para alcanzarla no basta con profundizar una claridad espiritual nativa o rehacer, con mayor precisión una experiencia objetiva corriente. Hay que adherirnos resueltamente a la ciencia de nuestro tiempo. En primer lugar, hay que leer libros, muchos libros difíciles y situarse, poco a poco, en la perspectiva de las dificultades. Éstas son las tareas. En el otro eje del trabajo científico, desde el lado científico, hay que manejar, en equipo, aparatos que son a menudo, de un modo paradójico, delicados y poderosos. Esta convergencia de la exactitud y de

la fuerza no corresponde, en el mundo sublunar, a ninguna necesidad *natural.* Siguiendo la física contemporánea hemos abandonado la naturaleza, para entrar en una *fábrica de fenómenos.*

Objetividad racional, objetividad técnica, objetividad social son ya tres caracteres fuertemente ligados. Si olvidamos uno sólo de estos caracteres de la cultura científica moderna, entramos en el terreno de la utopía.

Una filosofía de las ciencias que no quiera ser utópica debe intentar formular una síntesis de estos tres caracteres. En particular, a ella pertoca sin duda la tarea de mostrar la importancia del carácter intersubjetivo, del carácter histórico y social del pensamiento filosófico. La filosofía de las ciencias tiene la tarea de poner en evidencia los valores de la ciencia. Debe rehacer, en todos los períodos del desarrollo de la ciencia, la tradicional disertación acerca del *valor de la ciencia.* A ella corresponde también la tarea de estudiar psicológicamente los *intereses culturales,* la tarea de determinar los elementos de una verdadera orientación profesional de la cultura científica. (*Activité,* Intr., p. 9-10.)

g) *Especializaciones*

[67] Ya que la especialización del pensamiento científico está necesariamente precedida por una cultura científica sólida que precisamente *determina* la especialización, podemos sorprendernos de que la especialización científica sea tan fácilmente, tan constantemente denunciada como una mutilación del pensamiento. Incluso en épocas en las que el pensamiento científico era a nuestro parecer, muy general y fácil, volvemos a encontrar las mismas condenas, las mismas advertencias contra los peligros que amenazan a partir de la especialización, el porvenir de la ciencia. Hace algo más de un siglo, Goethe, que durante toda su vida había luchado contra la infor-

mación matemática de los fenómenos físicos, lamentaba la tendencia de la ciencia hacia la especialización. ¿Y no es sintomático que se encuentren en el mismo juicio un Goethe y un Jérôme Paturot? Louis Raybaud[1] escribía en 1843: «A costa de empujar la ciencia hacia los especialistas, de perfilar los detalles, si podemos decirlo así, se llega a una especie de quintaesencia en la que todo se descompone. En química, tengo miedo de que hayamos llegado a este extremo y también en matemáticas.» Y muchas páginas dicen textualmente, en esta vieja novela, las bromas de hoy contra los sabios «encerrados en una especialidad», contra el químico que ha descubierto que «el protóxido de manganeso es isomorfo con el de hierro, y su sesquióxido con el peróxido de hierro». El isomorfismo no interesa a Jerôme Paturot y ya que la química lo introduciría en problemas tan especializados, tampoco la química le dará «una posición social». Él, que se cree filosóficamente espiritual demuestra ser muy inocente juzgando los valores científicos. Y, como mínimo, estos juicios, aunque sean pronunciados por un gran hombre como Goethe o por un burgués medio como el héroe de Louis Raybaud, deben sorprendernos por su *ineficacia.* La ciencia sigue tranquilamente sus caminos. Pero sin ocuparnos más de los ecos de estas críticas de autor, sin examinar por más tiempo los reproches de los partidarios de la cultura general, de estos filósofos que creen poder convertirse en jueces en los terrenos que apenas frecuentan y que son, al contrario de una frase célebre, como esferas cuya circunferencia está por todas partes y el centro en ninguna, tomemos el problema de la especialización en su aspecto positivo y actual.

En primer lugar hay un hecho claro: la especialización del pensamiento científico tiene una recurrencia tan

1. Louis RAYBAUD, *Jérôme Paturot â la recherche d'une position sociale,* 1858, p. 264.

profunda hacia el pasado del saber que reencuentra toda la eficacia de los pensamientos generales y estimula las especializaciones paralelas. En suma, la especialidad actualiza una generalidad y prepara dialécticas. Da una prueba precisa de la generalidad, una verificación detallada. La especialización es necesariamente del reino de la segunda aproximación epistemológica. Y no hay ejemplo de una segunda aproximación que no conserve el beneficio de una primera aproximación. Cualquier útil especial, por muy elemental que sea, rectifica ya una utilidad demasiado vaga, una utilidad demasiado cercana de una necesidad primitiva y que el existencialismo denuncia fácilmente. Sin duda podemos utilizar cualquier cuerpo sólido para hacer de palanca y para dar satisfacción a la voluntad de potencia. Pero se hace mejor de palanca y se *comprende* si se toma una barra de hierro. Se ha especializado un utensilio. Si el utensilio llega a faltar se le buscará más inteligentemente un sustituto.

Por último, *las culturas más especializadas son las que permiten más fácilmente las substituciones.* Para convencerse de ello, basta con seguir los progresos esencialmente dialécticos de los pensamientos y de las técnicas especializadas en los que un perfeccionamiento de detalle exige a veces una reforma de los procedimientos de fabricación. Esta aptitud para las substituciones debe colocarse al nivel de un valor de primer plano.

Las culturas especializadas son también las que tienen una reacción más delicada frente a los fracasos y requieren, pues, más cambios. Las rutinas son incorregibles y las ideas generales son lo bastante vagas para que se encuentre siempre el medio de verificarlas. Las ideas generales son motivo de inmovilidad. Es por ello que pasan por fundamentales.

Lo mismo ocurre en el terreno de los pensamientos teóricos. Quien se haya especializado en una cuestión de álgebra ha *ensanchado* necesariamente una cultura alge-

bráica general. Una especialización supone un profundo empeño de cultura. Se trata de una cultura que quiere un futuro y que posee además de su experiencia, una problemática. Una cultura científica sin especializaciones sería una herramienta sin punta, unas tijeras con los filos desgastados.

La especialización científica determina la relación del pensamiento científico a una tarea, que no es siempre la misma, pero que quiere renovarse siempre. Esta *relación* es la condición de la *introducción* vigorosa de un espíritu en un terreno de investigación. Sin comprender esta dialéctica de la relación y de la introducción se desconocen las virtudes renovadoras de la investigación científica especializada. La cultura general que preconizan los filósofos se queda a menudo en una cultura incoativa.

Tampoco hay que hacer de la *disposición del espíritu* un valor absoluto, ya que se necesita que el espíritu científico tenga, correlativamente, una virtud de *posición de objeto.* Leyendo ciertos fenomenólogos, se puede creer que el *leitmotiv:* el pensamiento es siempre *pensamiento de algo,* es suficiente para definir la vía de objetividad central. Pero aquí aparece el doblete epistemológico: aplicabilidad y aplicación. El pensamiento vagabundo no caracteriza más el pensamiento humano al igual que el amor inconstante no recibe el verdadero carácter de amor humano. El poder de fijación es, en definitiva, el carácter positivo de la disponibilidad del espíritu sereno. Este poder de fijación no rechaza las objeciones; rechaza las distracciones. Mientras no se haya realizado el doble anclaje en el mundo del sujeto y en el mundo del objeto, el pensamiento no encuentra las raíces de la eficacia. En definitiva, el filósofo alejado del pensamiento científico no ve todo el valor de un interés objetivo porque el objeto común no determina realmente un interés. Fuera del interés estético y del interés científico, el objeto queda como un objetivo efímero. Si el objeto es un utensilio,

se le plantea una utilidad momentánea, utilidad que puede oponerse perfectamente a una utilidad en otro terreno. El cosmos de la utilidad es un tejido de contradicciones. Vanini ya decía: «Del asno, animal tan útil al hombre, nacen abejorros, enemigos del bienestar del hombre». Fuera de los intereses estéticos y científicos, el ser es un objeto del mundo sin horizonte. Con el pensamiento científico aparece en el objeto una perspectiva de profundidad. La incorporación objetiva se fortalece en una escala de precisión, en la sucesión de precisiones cada vez más finas, aproximaciones que están ligadas a un mismo objeto y que sin embargo se designan unas tras otras como niveles distintos del conocimiento objetivo. Siguiendo esta perspectiva de los niveles objetivos ordenados, el espíritu se ejerce en una disciplina de rectificación. Poco a poco se convierte en el *espíritu derecho.* Ya que la rectitud de la razón no es congénita. Incluso si nos guardamos del privilegio de la razón correcta, se reconocerá sin dificultad que es bueno tener ocasiones para aplicarla. Cuando más difícil es la aplicación más saludable es el ejercicio. Evidentemente un pensamiento que se plantee una especialización demuestra buenos síntomas de rectificación. No nos instalamos sin más en un estudio científico especializado. Y a pesar de lo que piense la crítica filosófica, un verdadero científico no se *instala* nunca en su especialidad. *Está capacitado* en su especialidad, es decir se sitúa entre los mejor armados para descubrir fenómenos nuevos en esta especialidad. Su cultura es así una historia de constantes reformas.

Examinada por un psicólogo de la inteligencia, la cultura científica aparece como una colección de tipos de progreso innegables. Las especializaciones en el terreno del pensamiento científico, son tipos particulares de progreso. Seguirlos retrospectivamente, supone tomar la propia perspectiva de progreso preciso. La ciencia, en sus diversas especializaciones, nos enseña el progreso. Y si

definimos la inteligencia como la facultad esencial de progresividad, vemos que la cultura científica está mejor situada que cualquier determinación empírica mediante textos para dar a conocer un nivel intelectual. La cultura científica plantea a través de sus logros, objetos de progreso, objetivos para la necesidad intelectual de progresar.

Uno de los rasgos distintivos de la especialización —y a nuestro parecer se trata de un rasgo afortunado— es ser un logro de la sociedad de los científicos. Un individuo particular no puede, mediante su propia investigación, encontrar las vías de la especialización. Si se dedicara a un trabajo especial se enraizaría en sus *costumbres primeras,* viviría en el orgullo de su primera opción, como estos trabajadores sin libertad técnica que alardean de tener la mejor hacha porque se trata de su hacha y la tienen —debido a una vieja costumbre— muy a mano. Estos trabajadores se han convertido en los sujetos corporales de un único objeto, de un único instrumento. Envejecen, son fuertes, menos fuertes, más perspicaces, menos atentos, y conservan en las manos el mismo pico, el mismo martillo, la misma gramática, la misma poética. En todos los reinos de la actividad humana, los rudimentos se convierten en falsas especializaciones. La especialización científica es lo contrario de estas esclavitudes primitivas. Dinamiza todo el espíritu. Trabaja. Trabaja sin cesar.

En resumen, la especialización nos parece que reúne la condición que Nietzsche da a la esencia del trabajo científico. En ella se expresa «la fe en la solidaridad y la duración del trabajo científico, de tal modo que cada uno pueda trabajar en su lugar, por muy humilde que sea, con la confianza de no *trabajar en vano*» «Sólo existe una gran parálisis: trabajar en vano, luchar en vano» [1] (*Activité,* Intr., p. 11-14.)

1. NIETZSCHE, *Volonté de puissance,* t. II p. 99.

3. Las cuestiones del determinismo

a) *El determinismo filosófico: un «monstruo intelectual»*

[68] Si desarrolláramos, en todos sus detalles, los pensamientos que se resumen en el determinismo filosófico, retrocederíamos ante afirmaciones increíbles y por último ya no nos atreveríamos a asumir el carácter *monstruoso* de la hipótesis del determinismo *universal*. Pero si queremos tomar ejemplos precisos, damos la impresión de ser *descorteses* con los metafísicos; efectivamente habría que preguntarles: «¿Creen ustedes sinceramente que la coz de un caballo en el campo francés, molesta el vuelo de una mariposa en las islas de la Sonda?» [1] Encontraríamos filósofos empeñados en decir que sí, añadiendo que, sin duda, el efecto de la causa lejana no puede ser apercibido, pero *existe*. De este modo, *piensan filosóficamente,* aunque *observen* otra cosa como todo el mundo.

Estos filósofos son víctimas de la idea de espacio. Atribuyen a la realidad un tipo de existencia que sólo es una ontología particular de la idea de espacio. El espacio, piensan, tiene una «existencia» ilimitada; así pues, lo real, situado en el espacio tiene la misma determinación universal que el espacio infinito. Si hacemos volver al filósofo a la experiencia positiva, si pedimos a un filósofo del determinismo universal que estudie el determinismo de un fenómeno particular, por ejemplo el determinismo de un fenómeno mecánico, o el determinismo de un fenómeno electromagnético, de un fenómeno químico, responde refiriéndose a una intuición elemental de la extensión infinita. *Cualquier cosa* puesta *en cualquier parte, en cualquier momento* lleva *a todas partes el* efecto de su existencia.

Empieza entonces para el determinismo filosófico,

1. Diderot, *Principes philosophiques sur la matière et le mouvement.*

para el determinismo que no necesita experiencias para afirmar su absoluto, el reino de las fórmulas: Todo persiste — Todo está en todo — Nada sale de nada — El vacío no tiene realidad — El ser no puede ser limitado por la nada — El universo es un todo solitario. El determinismo filosófico se convierte así en un comentario de la idea de *totalidad.* A la idea *todos,* tan clara cuando resume la cuenta que acabamos de hacer de los objetos de una colección, sustituye la idea vaga, oscura, de un *Todo indefinido.*

Sin embargo los filósofos se apoyan en la opinión de Laplace: «Debemos entender la situación actual del Universo como el efecto de su estado anterior y como la causa del estado que vendrá. Una inteligencia que conociera, por un instante, todas las fuerzas que animan la naturaleza y la situación respectiva de los seres que la componen, si por otra parte fuera lo suficientemente amplia para someter estos datos a un análisis, enlazaría en la misma fórmula los movimientos de los mayores cuerpos del universo y los del átomo más ligero; nada le sería incierto y tanto el futuro como el pasado estaría presente a sus ojos. Todos los esfuerzos del espíritu humano en la búsqueda de la verdad tienden a acercarse continuamente a la inteligencia que acabamos de imaginar.»

Este texto, frecuentemente invocado en las discusiones filosóficas, nos parece marcado por un idealismo destemplado, tanto más evidente por cuanto se repite a menudo del mismo Laplace, la frase: «No tengo necesidad de la hipótesis de Dios para explicar el universo.» No se presta atención al hecho de que la hipótesis del matemático que posee una fórmula que resumiría el pasado y el futuro de todos los movimientos, es en el propio estilo de Laplace, un sustituto de «la hipótesis de Dios». De un modo más preciso la universidad mecánica ingenua supuesta por Laplace es una simple función idealista. Realmente no ve-

mos su aplicación a la realidad. Si el espíritu humano hiciera realmente todos los esfuerzos para determinar *todos* los movimientos de las porciones más pequeñas de *todo* el universo, llegaría a una especie de *determinismo de lo insignificante*. Perdido en un mecanismo de los fenómenos así pulverizados, el espíritu no accedería a las diversas significaciones de la fenomenología. De hecho el pensamiento filosófico, al igual que el pensamiento científico, sólo puede interesarse en fenómenos estructurados, en sistemas definidos, en sistemas, que, mediante una serie de aproximaciones bien dirigidas, pueden definirse aislados. Podríamos preguntarnos, entonces, qué significado podría plantearse Laplace si le pidiéramos que precisara la noción de *seres* que invoca. ¿Acaso los seres laplacianos no son simples substancializaciones de la función de *ser situado*? Cuando Laplace reclama, como dato primero, «la situación respectiva de los seres que *componen* la naturaleza». ¿Acaso no hace implícitamente estado de la materia de la que la inteligencia *descompone* la naturaleza? ¿No es víctima de un enfoque idealista sin discutir, sin estar referido a la experiencia positiva? Bastará con cambiar el tipo de experiencias, bastará con no situar al ser en el primer planteamiento de un espíritu ocioso, para que el problema de la composición y descomposición de «la naturaleza» cambie la noción de ser. Siguiendo los esfuerzos efectivos del pensamiento y de la experiencia científica, vemos evidentemente que el ser se sitúa en terrenos de experiencias tan diversas que su descripción espacial y temporal no basta para decidir todas sus determinaciones. Un determinismo universal limitado a la descripción espacial —incluso si se puede expresar, incluso si no fuera una simple hipótesis idealista— no daría una base suficiente al estudio de la *relación real* de los fenómenos. (*Activité,* Conclusión, p. 211-213.)

b) *El determinismo dinámico de la ciencia cuántica*

[69] Por otra parte, si fuera necesario, se podría, apoyándose en la ciencia cuántica, designar unos límites a un determinismo mecánico que pretende implicar todo el universo a partir de una acción local particular.

En efecto, si la energía implicada en un fenómeno mecánico particular tuviera que propagarse, como lo hace suponer el determinismo universal, en *todas* las direcciones para ser sensibles en *todos* los puntos del universo, esta energía se dividiría pronto por un divisor tan grande que caería debajo del cuanto de energía necesaria para romper cualquier detector imaginable, cuanto de energía necesaria, más exactamente, para cualquier decisión natural. Efectivamente, esta limitación no se debe únicamente a la insuficiencia de medios humanos. La autodetección de la naturaleza está en cuestión, al igual que en cualquier aplicación del principio de Heisenberg. Entramos aquí en un terreno de litigio ya que muchos filósofos parecen incapaces de asumir a la vez el *realismo* del principio de Heisenberg y su papel como postulado *racionalista,* uniendo fuertemente el realismo y el racionalismo, siguiendo lo que creemos es el verdadero principio del racionalismo aplicado.

De este modo cuando llevamos la mecánica a un nivel de aproximación más agudo como el de la mecánica cuántica, nos encontraremos siempre con una distancia a partir de la cual el determinismo absoluto que implica todo el espacio, que implica un espacio monolítico, se abolirá. La mecánica cuántica formulada en la microfísica tendrá así una acción rectificadora sobre las perspectivas perezosas de un universo ilimitado. Se puede concebir el mundo como algo lleno, como un bloque unido que transmite movimiento mientras se está en una visión cinematográfica, en una intuición que no tiene que considerar sus fuerzas. El mundo sólo es, entonces, como en la física

cartesiana, un espacio enrarecido. Sólo se estudia en él un determinismo *geométrico.*

El mundo real y el *determinismo dinámico* que implica exige otras *intuiciones, intuiciones dinámicas* para las que se necesitaría un nuevo vocabulario filosófico. Si la palabra *inducción* no tuviera ya tanto sentido, propondríamos que se aplicara a estas intuiciones dominadoras. Aunque se les llame intuiciones dinámicas, inducciones, conducciones, no es menos cierto que nos introducen en un realismo *directo* de la energía. Este realismo de la energía nos emplaza a plantear los problemas del racionalismo en un reino que ya no es el reino único de la geometría. (*Activité,* Conclusión, p. 214.)

c) «*Todo determinismo es regional*»

[70] En definitiva, cualquier determinismo es particular, regional. Se toma desde un punto de vista especial, en un orden de tamaño designado, en límites explícitamente o tácitamente fijados.

Inversamente todo lo que estudiamos con interés científico está determinado, está afectado por un determinado determinismo. Incluso el principio de indeterminación de Heisenberg tiene una jurisdicción determinada; representa un sector especial del determinismo con expresiones y leyes algebraicas rigurosas. En esta zona del determinismo, la indeterminación está codificada y se abren diversas previsiones concernientes a la nivelación en los fenómenos realmente observables.

Pero cuando ya se ha comprendido que el pensamiento científico introduce el determinismo en todos los terrenos de estudio, ello no implica que según la fórmula filosófica, *todo esté determinado.* Esta fórmula filosófica no puede tener ningún sentido para un técnico, ya que precisamente el papel del técnico consistirá en instalarse en una zona del determinismo esforzándose en suprimir

todo lo que podría perturbar el *determinismo especial* de su técnica. Apartará los parásitos, dominará las perturbaciones, eliminará las impurezas; se propondrá un régimen, un paso regular, un acuerdo cada vez mayor entre el instrumento y la ley científica. Realizará cada vez mejor su obra absorbiendo el vapor de *determinismo ilimitado* que rodea la estructura del determinismo bien definido que es el objetivo de su técnica. Si creyera que todo está en todo, que todo actúa sobre todo, se privaría de su *conciencia de aparato*, perdería la propia base de sus certidumbres técnicas. (*Activité,* Conclusión, p. 217-218.)

d) *La «influencia humana sobre la naturaleza»*

[71] El determinismo es entonces una noción que ratifica la *influencia humana* sobre la naturaleza. El gran factor determinante es el factor humano, el factor humano de la ciencia humana. Para terminar, intentaremos poner este factor a plena luz. Para ello, aún a riesgo de repeticiones, tomemos las cosas desde una perspectiva superior, reflexionemos simplemente en la noción de *causalidad* y veamos con qué fuerza se especifica esta noción en los conocimientos científicos. Todas las distinciones que hemos hecho a propósito del determinismo las volveremos a encontrar, como era de esperar, a propósito de la noción de causa, con matices que legitiman, según creemos, algunas repeticiones.

Se entiende, efectivamente, que la función humana consiste en alcanzar las *causas mayores.*

Pero *moderaremos* nuestro examen del determinismo y acabaremos nuestro libro reflexionando simplemente acerca de la noción de *causalidad* tal como se precisa y se especifica no al nivel del conocimiento común sino más bien al nivel de la investigación científica actual.

La noción de *causa natural* no es una noción de in-

fluencia tan directa como se dice corrientemente. De hecho, incluso si está consagrada objetivamente, la noción de causa, en el primitivismo de la convicción que comporta, implica un *yo* pensante ya activo, un *yo* que afirme un pensamiento, como un sustituto de una acción, un *yo* que haya reunido, a través del pensamiento, los elementos fundamentales que constituyen una causa y que los utiliza como un demiurgo. Esto en lo que se refiere al plan ingenuo. En el plan científico, la determinación de una causa requiere un sujeto que se instruye, que quiere instruirse, un sujeto en vías de racionalidad. Hay que considerar pues una técnica íntima de elaboración causal. Únicamente si he reunido, yo mismo, los elementos de la causa, la causalidad es objeto de una noción sintética. Claro está, esta reunión de elementos causalizantes puede hacerse por personas interpuestas. Puedo mandar a las fuerzas «en causa»; creer que mando, imaginar que mando. El hombre para comprender el universo crea si es preciso los dioses encargados del mecanismo universal. Existe un imperialismo de la causalidad, o como ocurre en cualquier imperialismo, una ficción de imperialismo. Conocer una causa natural, es imaginarse soberano de un universo. De ahí estas fórmulas célebres por su orgullosa modestia: *saber para poder*. Sin duda el imperialismo que afirma el conocimiento de una causa se dispersa pronto en una administración anónima. Toda la ciencia y más exactamente toda la ciudad científica, se plantea como garantía de la validez de una ley. Hay que establecer la relación de *saber* y de *poder* en el detalle de las propias leyes. Hay que *comprender* más allá del *saber*. Sólo entonces el *comprender* se nos apare en toda su fuerza. *Comprender* un fenómeno, supone entonces someterlo a una especie de potencialidad de mi yo causante, de mi yo desencadenador, de mi yo polemizador (seguro de vencer) con cualquier otro ser que se negase a *comprender* la causalidad del fenómeno que ahora conoce mi yo. Se

quiera o no, una instancia de convicción personal debe plantearse si se quiere hacer la psicología integral del ser racional, del ser racionalista, en su adhesión a una causa. Aquí hay una polémica, virtual, latente, sorda, se trata de la conciencia racional obtenida a través de numerosos errores. Toda una causa considerada real aparece sobre un fondo de quimeras. Son quimeras que el ser racionalista denunciará en los demás para demostrar su toma de conciencia de la causa real. (*Activité,* p. 218.)

[72] De todos modos el Universo no es un *objeto.* No podemos considerar como un estado el *devenir* del Universo. Sólo podemos hablar del devenir de cierta categoría de fenómeno tomados en el Universo. Toda nuestra experiencia y todo nuestro saber son relativos a una sección de una fenomenología cuya totalidad no podemos concebir.

No podemos hablar de causalidad si no nos apoderamos, al menos en la imaginación, de las *condiciones iniciales.* Al descubrir las condiciones iniciales que *presiden* el desarrollo de un fenómeno, nos damos al menos la posibilidad de pensar *cuando queremos* el desarrollo de este fenómeno.

La causa no es entonces realmente *empírica.* Siempre está primitivamente *escondida,* escondida al menos en los *errores* de las primeras investigaciones, escondida entre las brumas de la ingenuidad. Sólo se *conocerá una causa* si entra en el sistema de las causas, si ha sufrido un *examen causal.* Realmente no existen causas *excepcionales.* Una causa excepcional es un *milagro.* Un milagro no instruye.

Ahora bien, si siguiéramos la devalorización causal de David Hume, habría que decir que la causa más banal lleva un resabio de *excepción.* Es una excepción banalizada. Hay que esperarla, *sin motivo,* como una excepción.

Y además *la sucesión* pura de causas y de efectos es

una sucesión en el *tiempo* humano, en un tiempo expresado en experiencias de seres. Se trata de un tejido demasiado grueso. Se puede seguir linealmente el flujo causal. Se expresa siempre de estación en estación. La *racionalidad* es quien da la señal de partida asegurando dogmáticamente que el fenómeno efecto se producirá a la llegada. Cualquier causa expresada es como un disparador. No conocemos causa de desarrollo. Felizmente todo cambiará cuando se habrá matematizado la continuidad del tiempo, cuando se haya sustituido la noción antropomórfica de causa por la noción científica de función, cuando se haya creado principios de encadenamiento mediante una técnica de la causalidad.

Entonces se eliminará el sujeto individual. Más concretamente, se realizará la inversión decisiva que permite pensar la causalidad en la forma de un poder de *cualquier ser*. Pero este ser cualquiera no sabría ser el ser empírico dedicado al empirismo del conocimiento. Es el sujeto que conoce perfectamente las certidumbres de su generalidad, es el ser racional, el ser que tiene garantías de ser el ser de un racionalismo enseñante, de una fuerza para transmitir conocimientos racionales, en definitiva es el ser de la ciudad científica.

A través de la racionalidad de las causas expuestas en una matemática de las funciones, se tiene la garantía de acceder a la doble objetividad de lo racional y de lo real. En sus formas primitivas, la casualidad era magia y animismo, es decir relacionada con los niveles de coalescencia del inconsciente, donde todo está mezclado en una nebulosa psíquica. Bajo su forma científica más destacada, bajo su forma matemática bien elaborada, la *causalidad es genio*. Basta para convencernos de ello con buscar en la historia de las ciencias: todas las grandes causas, todos los grandes principios, tienen un patronimio. La abstracción en relación inversa al cuadrado de las distancias es «newtoniana». La *causa eléctrica* está relacionada al genio

humano, a tantos genios humanos que tranquilamente se hacen anónimos. Sin la presencia del hombre en la tierra no hay otras causas eléctricas que la que va del relámpago al trueno: una luz y ruido. Sólo la sociedad puede enviar electricidad a través de un hilo; únicamente ella puede dar a los fenómenos eléctricos la causalidad lineal del hilo, con los problemas de los enchufes. Poincaré hacía notar que si la historia científica hubiera querido que la telegrafía sin hilos se encontrara antes que la telegrafía con hilos, ésta hubiera sido un perfeccionamiento de aquélla.

Es imposible transportar el sonido de un continente a otro por medios naturales, por muy potentes que imaginemos unos altavoces. El intermediario electrónico es indispensable y este intermediario es humano, social. Por encima de la biosfera y debajo de la ionosfera, el hombre ha determinado una radiosfera sometida a una causalidad eminentemente técnica. Esta técnica puede indudablemente ser molestada por parásitos, por perturbaciones magnéticas. Sin embargo, estos parásitos, estos desórdenes *naturales*, causados por la naturaleza nos permiten comprender mejor la fuerza de la organización racional y técnica que la limita, que los anula. La *causalidad técnica* se establece sólidamente *a pesar* de la causalidad caótica natural (...).

De este modo el determinismo se convierte en una doctrina general después y no antes de la especialización de los determinismos particulares. Plantearlo como determinismo universal sería dificultar los esfuerzos de especificación, detener el esfuerzo humano de determinación particular. Se caería en una especie de *fatalismo de la materia*, muy distinto al materialismo técnico. (*Activité*, Conclusion, p. 220-222.)

III. PSICOANÁLISIS DEL CONOCIMIENTO OBJETIVO

A) PRINCIPIOS

1. La noción de «obstáculo epistemológico»

[73] Cuando se buscan las condiciones psicológicas del progreso de la ciencia, se llega pronto a la convicción de que *hay que plantear el problema del conocimiento científico en términos de obstáculos.* Y no se trata de considerar obstáculos externos, como la complejidad y la fugacidad de los fenómenos, ni de incriminar la debilidad de los sentidos y del espíritu humano: en el mismo acto de conocer, íntimamente, aparecen, por una especie de necesidad funcional, pausas e inquietudes. Aquí mostraremos causas de estancamiento e incluso de regresión, descubriremos causas de inercia a las que llamaremos obstáculos epistemológicos. El conocimiento de lo real es una luz que proyecta siempre sombras en alguna parte. Nunca es inmediata y plena. Las revelaciones de lo real son siempre recurrentes. Lo real no es nunca «lo que podríamos pensar» sino lo que hubiéramos debido pensar. El pensamiento empírico es claro *después,* cuando el aparato de las razones ya está a punto. Volviendo sobre un

pasado de errores, encontramos la verdad en un verdadero arrepentirse intelectual. De hecho, se conoce *contra* un conocimiento anterior, destruyendo conocimientos mal hechos, remontando lo que, en el propio espíritu, impide la espiritualización.

La idea de partir de cero para crear y aumentar su haber sólo puede venir de las culturas de simple yuxtaposición en las que un hecho conocido se convierte inmediatamente en riqueza. Pero frente al misterio de lo real, el alma no puede convertirse, por decreto, en ingenua. Es pues imposible hacer tabla rasa de un solo golpe, de los conocimientos habituales. Frente a lo real, lo que se cree saber claramente ofusca lo que deberíamos saber. Cuando se presenta a la cultura científica, el espíritu nunca es joven. Incluso es muy viejo, ya que tiene la edad de los prejuicios. Acceder a la ciencia, significa rejuvenecer espiritualmente, aceptar una mutación brusca que debe contradecir un pasado.

La ciencia, en su necesidad de terminar como en su principio se opone absolutamente a la opinión. Si llega a legitimar la opinión en un punto concreto, se debe a otras razones que las que basan la opinión; de modo que la opinión está siempre, por derecho propio, en un error. La opinión *piensa mal;* no *piensa: traduce* las necesidades en conocimientos. Al designar los objetos por su utilidad, se niega a conocerlos. No se puede basar nada sobre la opinión: antes hay que destruirla. Es el primer obstáculo que hay que superar. No basta con rectificarla en aspectos concretos, manteniendo como una especie de moral provisional un conocimiento vulgar provisional. El espíritu científico no impide tener una opinión sobre temas que no comprendemos, sobre temas que no sabemos formular claramente. Ante todo, hay que saber plantear los problemas. Y a pesar de lo que se diga, en la vida científica los problemas no se plantean por sí mismos. Precisamente este *sentido del problema* da el carácter del ver-

dadero espíritu científico. Para un espíritu científico cualquier conocimiento es una respuesta a una pregunta. Si no ha habido pregunta no puede haber conocimiento científico. Nada se da. Todo se construye.

Un conocimiento adquirido por un esfuerzo científico puede declinar. La pregunta abstracta y sincera se gasta, la respuesta concreta queda. A partir de ahí, la actividad espiritual se invierte y se bloquea. Un obstáculo epistemológico se incrusta en el conocimiento incuestionado. Costumbres intelectuales que fueron útiles y sanas pueden, a la larga, entorpecer la investigación. «Nuestro espíritu, dice precisamente Bergson, tiene una tendencia irresistible a considerar más clara la idea que le sirve más a menudo». La idea gana así una claridad intrínseca abusiva. Con el uso de las ideas se *valorizan* indebidamente. Un valor en sí se opone a la circulación de valores. Es un factor de inercia para el espíritu. A veces una idea dominante polariza totalmente un espíritu. Un epistemólogo irreverente decía, hace unos veinte años, que los grandes hombres son útiles a la ciencia durante la primera mitad de su vida y perjudiciales en la segunda mitad. El instinto *formativo* es tan persistente en ciertos pensadores que no debemos alarmarnos de esta broma. Pero finalmente el instinto *formativo* acaba cediendo ante el instinto *conservador*. Llega un momento en que el espíritu prefiere lo que confirma su saber que lo que lo contradice, o prefiere las respuestas a las preguntas. Entonces domina el espíritu conservador, el crecimiento espiritual se detiene. (*Formation*, p. 14-16.)

[74] La noción de *obstáculo epistemológico* puede estudiarse en el desarrollo histórico del pensamiento científico y en la práctica de la educación. En uno y otro caso el estudio no es cómodo. La historia, en su principio, es hostil a cualquier juicio normativo. Y sin embargo hay que situarse desde un punto de vista normativo si quere-

mos juzgar la eficacia de un pensamiento. Todo lo que encontramos en la historia del pensamiento científico está lejos de servir efectivamente a la evolución de este pensamiento. Ciertos conocimientos, incluso justos, detienen demasiado pronto investigaciones útiles. La epistemología debe elegir los documentos recogidos por el historiador. Debe juzgarlos desde el punto de vista de la razón e incluso desde el punto de vista de la razón evolucionada, pues sólo en nuestros días, podemos juzgar plenamente los errores del pasado espiritual. Por otra parte, incluso en las ciencias experimentales, la interpretación racional sitúa los hechos en el lugar que les corresponde. En el eje experiencia-razón y en el sentido de la racionalización se encuentra a la vez el riesgo y el éxito. Sólo la razón dinamiza la investigación, pues únicamente ella sugiere más allá de la experiencia común (inmediata y artificial) la experiencia científica (indirecta y fecunda). El esfuerzo de racionalidad y de construcción debe retener la atención del epistemólogo. Podemos ver aquí lo que distingue el oficio del epistemólogo del historiador de las ciencias. El historiador de las ciencias debe tomar las ideas como hechos. El epistemólogo debe tomar los hechos como ideas, introduciéndolos en un sistema de pensamientos. Un hecho mal interpretado por una época queda como un *hecho* para el historiador. A voluntad del epistemólogo es un *obstáculo*, un contra-pensamiento.

Principalmente al profundizar en la noción de obstáculo epistemológico daremos todo su valor espiritual a la historia del pensamiento científico. Demasiado a menudo la preocupación por la objetividad que lleva al historiador de las ciencias a hacer un repertorio con todos los textos no llega hasta el extremo de medir las variaciones psicológicas en la interpretación de un mismo texto. En una misma época, bajo una misma palabra ¡existen conceptos tan distintos! Nos engaña que la misma palabra designe y explique a la vez. La designación es la misma, la

explicación es diferente. Por ejemplo, al teléfono, corresponden conceptos que difieren totalmente para el abonado, para la telefonista, para el ingeniero, para el matemático, preocupado por las ecuaciones diferenciales del fluido telefónico. El epistemólogo debe esforzarse pues para comprender los conceptos científicos en síntesis psicológicas progresivas, estableciendo, a propósito de cada noción, una escala de conceptos, mostrando como un concepto produce otro, y se relaciona con otro. Entonces puede tener alguna posibilidad de medir la eficacia epistemológica. Inmediatamente, el pensamiento científico aparecerá como una dificultad vencida, como un obstáculo superado.

En la educación, la noción obstáculo pedagógico también se desconoce. A menudo me ha sorprendido el hecho de que los profesores de ciencias, más incluso que los otros, si cabe, no comprenden que no se comprenda. Son pocos los que han profundizado en la psicología del error, de la ignorancia, de la irreflexión (...). Los profesores de ciencias imaginan que el espíritu empieza como una lección, que siempre es posible rehacer una cultura descuidada repitiendo una clase, que se puede comprender una demostración repitiéndola punto por punto. No han reflexionado en el hecho de que el adolescente llega a la clase de física con conocimientos empíricos ya construidos: se trata pues no tanto de *adquirir* una cultura experimental, como de *cambiar* de cultura experimental, de volcar los obstáculos acumulados ya por la vida cotidiana. Un solo ejemplo: el equilibrio de los cuerpos que flotan es objeto de una intuición familiar que es un conjunto de errores. De un modo más o menos claro, se atribuye una actividad al cuerpo que flota, al cuerpo que *nada*. Si intentamos hundir con la mano un pedazo de madera en el agua, se resiste. No se atribuye fácilmente la resistencia al agua. A partir de aquí es bastante difícil hacer comprender el principio de Arquímedes en su

sorprendente sencillez matemática si no se ha criticado antes y desorganizado el impuro complejo de las primeras intuiciones. En particular, sin este psicoanálisis de los errores iniciales, no se logrará nunca que se comprenda que el cuerpo que emerge y el cuerpo completamente sumergido obedecen a la misma ley.

De este modo cualquier cultura científica debe comenzar, como explicaremos detalladamente, por una cierta catarsis intelectual y afectiva. Queda entonces la tarea más difícil: poner la cultura científica en estado de movilización permanente, sustituir el saber cerrado y estático por un conocimiento abierto y dinámico, dialectizar todas las variables experimentales, dar finalmente a la razón motivos para que evolucione.

Estas advertencias podrían además generalizarse: son más visibles en la enseñanza científica, pero encuentran un lugar a propósito de cualquier esfuerzo educativo. A lo largo de una carrera ya larga y diversa, no he visto nunca un educador cambiar de método de educación. Un educador no tiene el *sentido del fracaso* precisamente porque se cree un maestro El que enseña manda. Von Monakow y Mourgue han señalado precisamente esta dificultad de reforma en los métodos educativos aduciendo el peso de los instintos en los educadores [1]. «Hay individuos para los que cualquier consejo relativo a los *errores educativos* que cometen es completamente inútil ya que estos supuestos errores sólo son la expresión de un comportamiento instintivo.» A decir verdad, Von Monakow y Mourgue hablan de «individuos psicópatas», pero la relación psicológica entre maestro y discípulo es una relación fácilmente patógena. El educador y el educado requieren un psicoanálisis especial. En todo caso, el examen de las formas inferiores del psiquismo no debe descuidarse si queremos caracterizar todos los elementos de la energía

1. Gérard VARET, *Essai de psychologie objective. L'ignorance et l'irréflexion*, París, 1898.

espiritual y preparar una regulación cognito-afectiva indispensable al progreso del espíritu científico. De un modo más preciso, descubrir los obstáculos epistemológicos, supone contribuir a crear los rudimentos de un psicoanálisis de la razón. (*Formation*, p. 16-19.)

2. Algunos obstáculos

a) *La experiencia primera*

[75] En la formación de un espíritu científico, el primer obstáculo es la experiencia primera, la experiencia situada antes y por encima de la crítica que es necesariamente un elemento integrante del espíritu científico. Ya que la crítica no opera explícitamente, la experiencia primera no puede, en ningún caso, ser un apoyo seguro. Daremos numerosas pruebas de la fragilidad de los conocimientos primeros, pero insistimos en oponernos claramente a esta filosofía fácil que se apoya en un sensualismo más o menos sincero, más o menos romántico y que pretende recibir directamente sus lecciones de un *dato* claro, seguro, constante, que siempre se ofrece a un espíritu perfectamente abierto.

Ésta es pues la tesis filosófica que mantendremos: el espíritu científico debe formarse *contra* la Naturaleza, contra lo que es, en nosotros y fuera de nosotros, el impulso y la instrucción de la Naturaleza, contra el entusiasmo natural, contra el hecho vistoso y diverso. El espíritu científico debe formarse reformándose. Sólo puede instruirse ante la naturaleza purificando las substancias naturales y ordenando los fenómenos complejos. Incluso la psicología se convertiría en científica si se hiciese discursiva como la física, si se diera cuenta de que en nosotros mismos y fuera de nosotros, comprendemos la naturaleza cuando nos resistimos a ella. Desde nuestro

punto de vista la única intuición legítima en psicología es la intuición de una inhibición. Pero éste no es el lugar para desarrollar esta psicología esencialmente de reacción. Simplemente queremos señalar que la psicología del espíritu científico que exponemos aquí corresponde a un tipo de psicología que se podría generalizar.

Es bastante difícil comprender a primera vista el sentido de esta tesis, ya que la educación científica elemental, en nuestros días, ha deslizado entre la naturaleza y el observador un libro bastante correcto, bastante corregido. Los libros de física, pacientemente copiados unos de otros desde hace medio siglo, proporcionan a nuestros hijos una ciencia muy socializada, muy inmovilizada y que gracias a la curiosa permanencia del programa de los exámenes universitarios, llega a pasar como *natural;* pero no lo es en absoluto; ya no lo es. Ya no es la ciencia de la calle y de los campos. Se trata de *una* ciencia elaborada en un mal laboratorio, pero que por lo menos lleva la marca feliz del laboratorio. A veces es el sector de la ciudad que proporciona la corriente eléctrica y que aporta así los fenómenos de esta *antiphysis* en la que Berthelot reconocía la señal de los nuevos tiempos (*Cinquantenaire scientifique,* p. 77); las experiencias y los libros están ahora pues separados en algun sentido de las observaciones primeras.

No ocurría lo mismo durante el período precientífico, en el siglo XVIII. Entonces el libro de ciencias podía ser un libro bueno o malo. No estaba *controlado* por la enseñanza oficial. Cuando llevaba la señal de un control se trataba a menudo de una de estas Academias de provincia reclutadas entre los espíritus más chismosos y mundanos. Entonces el libro *salía* de la naturaleza, se interesaba en la vida cotidiana. Se trataba de un libro de divulgación para el conocimiento vulgar, sin el trasfondo espiritual que convierte a menudo nuestros libros de divulgación en libros de altos vueltos. Autor y lector pensa-

ban al mismo nivel. La cultura científica estaba como aplastada por la cantidad y variedad de libros secundarios, mucho más numerosos que los libros de valor. Por el contrario es chocante que en nuestros días los libros de divulgación científica sean libros relativamente raros.

Abrid un libro de enseñanza científica moderna: la ciencia está presente en relación a una teoría de conjunto. El carácter orgánico es tan evidente que sería difícil saltar capítulos. Apenas acabamos de pasar las primeras páginas, y ya no se deja hablar al sentido común; tampoco se escuchan nunca las preguntas del lector. *Amigo lector* podría sustituirse por una advertencia severa: ¡Ten cuidado discípulo! El libro plantea sus propias preguntas. El libro manda.

Abrid un libro científico del siglo XVIII, os daréis cuenta de que está enraizado en la vida cotidiana. El autor conversa con su lector como un conferenciante de salón. Enlaza los intereses y las inquietudes *naturales*. Por ejemplo, ¿se trata de buscar la causa del trueno? Se hablará al lector del miedo al trueno, se intentará demostrarle que este temor es infundado, se sentirá la necesidad de repetirle la vieja advertencia: cuando el trueno estalla el peligro ha pasado, ya que sólo el rayo puede matar. Así el libro del abate Poncelet [1] lleva en la primera página la Advertencia: «Al escribir sobre el Trueno, mi intención principal ha sido siempre moderar, si era posible, las impresiones incómodas que este meteoro acostumbra a provocar en infinidad de personas de cualquier edad, de cualquier sexo, de cualquier condición. ¿A cuántos he visto pasar los días en violentas agitaciones, y las noches en inquietudes mortales?» El abate Poncelet consagra todo un capítulo, que resulta ser el más largo del libro, a reflexiones acerca de terror que causa el trueno. Distingue cuatro tipos de temores que analiza con detalle. Un lec-

1. Abbée PONCELET, *La Nature dans le formation du Tonnerre et reproduction des Etres vivants*, 1769.

tor cualquiera tiene pues algunas posibilidades de encontrar en el libro los elementos de su diagnóstico. Este diagnóstico era inútil, ya que la hostilidad de la naturaleza parecía entonces, de algún modo, como más directa. Nuestras principales causas de ansiedad son actualmente causas humanas. Es del hombre de hoy que el hombre puede recibir los mayores sufrimientos. Los fenómenos naturales están desarmados por estar ya explicados. Para hacer comprender la diferencia de espíritu en un siglo y medio de intervalo, preguntémonos si la página que sigue tomada del *Werther* de Goethe corresponde aún a una realidad psicológica: «Antes del final del baile, los relámpagos, que veíamos brillar desde hacía rato en el horizonte, pero que hasta aquel momento había tomado por destellos de calor, aumentaron considerablemente; y el ruido del trueno cubrió la música. Tres damas salieron precipitadamente de las filas, sus galanes las siguieron, el desorden se hizo general, y los músicos se callaron... A estas causas atribuyo las extrañas muecas que hicieron varias de estas damas. La más razonable se sentó en un rincón, dando la espalda a la ventana y tapándose los oídos. Otra arrodillada ante la primera escondía la cabeza entre las rodillas de ésta. Una tercera se había deslizado entre sus dos hermanas, a las que besaba entre torrentes de lágrimas. Algunas querían volver a sus casas; otras todavía más espantadas no tenían suficiente ánimo para defenderse contra la temeridad de algunos jóvenes audaces, que parecían muy ocupados en recoger de los labios de estas hermosas afligidas los rezos que aterrorizadas, dirigían al cielo...» Creo que parecía imposible incluir este relato en una novela contemporánea. Tanta puerilidad acumulada parece irreal. En nuestros días, el miedo al trueno está dominado. Sólo actúa en la soledad. No puede afectar a una sociedad ya que, socialmente, la doctrina del trueno está completamente *racionalizada;* las vesanías individuales son sólo singularidades que se ocultan. Nos

reiríamos de la anfitriona de Goethe que cierra los postigos y corre las cortinas para proteger un baile. (*Formation*, cap. III, p. 23-25.)

b) *Obstáculo «realista»*

[76] Si queremos intentar caracterizar bien la seducción de la idea de substancia, no debemos temer buscar su origen incluso en el inconsciente, donde se forman las preferencias indestructibles. La idea de substancia es una idea tan clara, tan simple, tan poco discutida, que debe descansar en una experiencia mucho más íntima que cualquier otra.

Partiremos, pues, de algunas observaciones que inmediatamente parecerán exageradas. Nos han sorprendido incluso a nosotros al principio de nuestras reflexiones. Después, las interminables lecturas que hemos hecho de libros de alquimia, las encuestas psicológicas a las que nos hemos podido dedicar a lo largo de una enseñanza ya larga y diversa, nos han puesto en presencia de convicciones substancialistas tan ingenuas que ya no dudamos en hacer del realismo un instinto y en proponer para él un psicoanálisis especial. En efecto, no sólo la convicción primera del realismo no se discute, sino que ni siquiera se enseña. De tal modo que el realismo puede con razón, lo cual para nosotros no es un dato a favor, llamarse la única filosofía innata. Para juzgarlo correctamente, hay que superar incluso el plano intelectual y comprender que la substancia de un objeto se acepta como un bien personal. Se toma posesión de él espiritualmente al igual que se toma posesión de una ventaja evidente. Oíd argumentar a un realista: *inmediatamente* aventaja a su adversario, porque cree poseer en su lugar lo real, porque *posee la riqueza* de lo real mientras que su adversario, hijo pródigo del espíritu, corre detrás de sueños vanos. En su forma ingenua, en su forma afectiva, la certeza del

realista procede de una alegría de avaro. Para precisar más nuestra tesis, digamos en un tono polémico: desde un punto de vista psicoanalítico y en los excesos de la ingenuidad, todos los realistas son avaros. Recíprocamente, y esta vez sin reservas, todos los avaros son realistas.

El psicoanálisis que habría que instituir para curar del substancialismo sería el psicoanálisis del *sentimiento del tener*. El complejo que habría que disolver sería el complejo del pequeño beneficio, que podríamos llamar, para ser más breves, el complejo de Harpagón. El complejo del pequeño beneficio llama la atención en las pequeñas cosas que no *deben* perderse ya que no se vuelven a encontrar si se pierden. De este modo, un objeto pequeño se guarda con sumo cuidado. El jarrón frágil es el que dura más tiempo. No perder nada es en primer lugar una prescripción normativa. Esta prescripción se convierte a continuación en una descripción; pasa de lo normativo a lo positivo. Finalmente, el axioma fundamental del *realismo no demostrado:* nada se pierde, nada se crea, es un dicho de avaro. (*Formation,* cap. VII, p. 131-132.)

[77] Ha llegado el momento de marcar con más fuerza, más directamente, las alegrías del poseedor y las seguridades objetivas que aporta el mantenimiento de ciertas substancias. La piedra preciosa es pequeña y su precio es elevado. Concentra la riqueza. Es apropiada para concentrar la suave meditación del propietario. Proporciona la claridad de la evidencia al complejo del pequeño beneficio. Normalmente, el complejo del pequeño beneficio se desarrolla a partir de objetos insignificantes: se trata del complejo de Laffitte recogiendo una aguja. Pero esta desviación no debe engañarnos acerca del principio de la tacañería inteligente: poseer mucho en un volumen mínimo. Encontramos la necesidad de la concentración de los bienes. Malouin da como «una de las grandes ventajas de la química, el reducir a veces los medicamentos a un

volumen mínimo, sin debilitar sus virtudes». Todavía en nuestros días, un radiólogo de cada dos no puede evitar decir a su cliente que un pequeño tubo de radio contiene mil francos. En otro tiempo los alquimistas conservaban su polvo de proyección en un pequeño estuche. Pensaban en el oro como en una concentración de virtudes [1]. «El oro... posee las virtudes dilatadas del Sol encerradas en su cuerpo.» De Locques dice también: en el oro, la naturaleza «ha recogido las virtudes como en un infinito» [2]. En esta última expresión vemos claramente que es el inconsciente quien encuentra en el oro la causa ocasional de todos sus sueños.

La contradicción íntima entre el pequeño volumen y el precio elevado se dobla con otra: la piedra preciosa brilla y se esconde. Tanto es la fortuna ostensible como la fortuna disimulada, la fortuna del prodigio como la fortuna del avaro. El mito del tesoro escondido es imposible sin esta condensación de bienes. Este mito anima a generaciones sucesivas. El padre de Villiers de L'Isle-Adam buscó durante toda su vida el oro escondido por sus antepasados. Villiers de L'Isle-Adam *realizó* el deseo de su padre al escribir *Axel.* Cualquier rareza se localiza «a escondidas». El oro se esconde mientras se esconda el oro. El mejor es el más oculto. Ciertos alquimistas atribuyen así a la naturaleza un comportamiento de avaro. Thomas Sonnet dice, sin pruebas: «la naturaleza escoge y elige la generación de oro de una mina y cantera particularmente recóndita y oculta en el seno de la Tierra»[3].

De este modo el oro deslumbra y atrae. Pero esta atracción y este deslumbramiento ¿son metáforas? Lee-

1. *Lettre philosophique.* Muy apreciada por los que disfrutan con las Verdades herméticas. París, 1723, p. 47.
2. Nicolás de LOCQUES, *Eléments philosophiques de arcanes et du dissolvant général, de leurs vertus, propriétés et effets,* París, 1668, p. 49.
3. Thomas SONNET, *Satyre contre les charlatans et pseudo-médecins empyriques,* París, 1610, p. 194.

mos en la *Chimie médicinale* de Malouin, impresa en 1755 (t. II. p. 5): «He notado en el Jardín Real una cierta alegría pintada en la cara de los oyentes, a la vista del oro que les ponían ante los ojos, antes de disolverlo.» Yo mismo he hecho a menudo la misma observación: cuando en tiempos de escolares acabábamos de disolver la hoja de oro en agua de cloro, me planteaba preguntas, escrúpulos. ¿Se *perdería* la hoja de oro? Esta muerte de una riqueza perfecta, de una riqueza indiscutida daba a la clase un instante dramático. Ante este interés apasionado nos explicamos más fácilmente que Malouin continúe afirmando con toda tranquilidad que (p. 6) «el oro (llamado Mathiole sobre Dioscoride) tiene una cierta virtud de atracción por la que aligera los corazones de los que lo miran.» No se trata de un simple recurso a la erudición ya que Malouin dice por su cuenta: «el oro fortalece maravillosamente el corazón». De este modo este buen químico del siglo XVIII pasa insensiblemente de la alegría pintada en el rostro, signo de un consuelo ambiguo, a una acción tónica positiva sobre la más noble de las vísceras. Un paso más y si nos atrevemos, digerirá su alegría para recordarnos que la dirección es el signo de la más suave y segura de las posesiones. Malouin escribe efectivamente: el oro es «un buen remedio para la disentería». (*Formation,* p. 138-139.)

c) *Obstáculo «animista»*

[78] La palabra *vida* es una palabra mágica. Es una palabra valorizada. Cualquier otro principio palidece cuando se puede invocar un principio *vital.* El libro del conde Tressan (2 tomos de 400 páginas cada uno) establece una síntesis que reúne a todos los fenómenos en la intuición única de una materia *viva* que manda sobre una materia *muerta.* El fluido eléctrico como materia viva *anima* y mueve todo el universo, los astros y las

plantas, los corazones y las semillas. Es la fuente de cualquier impulso, de cualquier fermentación, de cualquier crecimiento, ya que «se repele a sí mismo». En esta obra, podemos sorprender fácilmente la intuición de una intensidad de algún modo indefinida, inagotable, mediante la que el autor condensa un *valor* vital sobre un material infinitamente pequeño. Sin ninguna prueba, sólo por el simple atractivo de una afirmación valorizadora, el autor atribuye un poder sin límites a algunos elementos. Se trata incluso de un signo poder escapar a la experiencia. «La materia muerta es inerte y sin forma orgánica, la materia viva un millón de veces más ténue que la molécula más pequeña de materia muerta, que el mejor microscopio, nos permita distinguir...» Podemos buscar en el enorme tratado del conde de Tressan, no encontraremos nada para demostrar esta pequeñez, ni nada que permita legitimar esta substancialización de un impulso vital. Aquí sólo hay, una vez más, las metáforas seductoras de la vida. No se trata de una intuición de un único autor. El conde de La Cépède escribe como un axioma en 1781: «La expansibilidad no puede convenir de ninguna manera a la materia muerta» [1]. Todo impulso es vital.

La vida marca las substancias que anima de un *valor* indiscutido. Cuando una substancia deja de estar animada, pierde algo esencial. Una materia que abandona un ser vivo pierde propiedades importantes. «La cera y la seda se encuentran en esta situación, ambas son inelectrificables. Para llevar más lejos este razonamiento, la cera y la seda sólo son efectivamente, excrementos de cuerpos que han estado vivos» (p. 13.) (*Formation*, cap. VIII, p. 154-155.)

1. Conde de LA CÉPÈDE, *Essai sur l'électricité naturelle et artificielle*, 2 vol., París, 1781, t. II. p. 32.

d) *La «libido»*

[79] Un psicoanálisis completo del inconsciente científico debería iniciar un estudio de los sentimientos más o menos inspirados por la libido. En particular habría que examinar la voluntad de poder que la libido ejerce sobre las cosas, sobre los animales. Se trata, sin duda de una desviación de la voluntad de poder, que en toda su plenitud es una voluntad para dominar a los hombres. Esta desviación es quizás una compensación. En cualquier caso, es muy aparente ante representaciones consideradas como peligrosas. Sólo aportaremos un ejemplo que nos parece requiere un psicoanálisis especial. Se trata del caso de un orgullo vencido, de una fuerza ostensible, símbolo de una impotencia latente. Veremos a un orgulloso taumaturgo caído en su propia trampa.

La vista de ciertos objetos, de ciertos seres vivos, está cargada de tal masa de afectividad que sería interesante sorprender los desfallecimientos de los *espíritus fuertes* que se vanaglorian de estudiarlos. He aquí un relato divertido del abate Rousseau[1] (p. 34.) «Van Helmont dice que si ponemos un sapo en una vasija lo bastante honda para que no pueda salir y si lo miramos fijamente, una vez el animal ha hecho todos los esfuerzos para saltar fuera de la vasija y salir, se gira os mira fijamente, y pocos momentos después cae muerto. Van Helmont atribuye este efecto a una idea de miedo terrible que el sapo concibe al ver al hombre. Debido a la atención prolongada, se excita y se exalta hasta el punto de ahogar al animal. Lo he realizado cuatro veces y encuentro que Van Helmont tenía razón. Una vez, cuando en Egipto realicé esta experiencia por tercera vez ante un turco, gritó que yo era un santo al matar con mi vista un animal que creen producido por el diablo...»

1. Abate ROUSSEAU, *Secrets et remèdes éprouvés*, París, 1747, p. 134.

¡Ahí tenemos al taumaturgo en toda su gloria! Veamos ahora la derrota que nos permitirá ver la ambivalencia exacta de una *valentía* tan mal empleada. «Pero cuando quise hacer lo mismo en Lyon por última vez... en vez de que el sapo muriera, fui yo quien creyó morir. El animal después de intentar salir inútilmente, se volvió hacia mí; e hinchándose extraordinariamente y levantándose sobre sus cuatro patas, soplaba impetuosamente sin moverse de sitio, y me miraba sin apartar los ojos, que veía enrojecer e inflamarse por momentos; me cogió de repente una debilidad general, que me hizo desmayar, me llenó de un sudor frío y una evacuación de hez y orines. Me creyeron muerto. Sólo tenía *Theriaque* y polvos de víbora, de los que me dieron una gran dosis que me hizo volver en sí; y continué tomándolos mañana y noche durante los ocho días que me duró la debilidad. No quiero citar todos los efectos notables que este animal puede provocar.»

Nos parece que esta página da un buen ejemplo de esta *concretización* del miedo que afecta a tantas culturas precientíficas. La valoración de los polvos de víbora se hace en parte a partir de un miedo vencido. El triunfo sobre la repugnancia y el miedo bastan para valorizar el objeto. El medicamento se convierte en un trofeo. Puede perfectamente ayudar a un *rechazo* y este rechazo, materializado de alguna manera, puede ayudar al inconsciente. Llegaríamos fácilmente a la doctrina que dice que hay que cuidar tontamente a los tontos y que el inconsciente necesita *descargarse* mediante procedimientos groseramente materialistas, groseramente concretos. (*Formation*, cap. X, p. 207-209.)

[80] Se dirá además que todas las metáforas están gastadas y que el espíritu moderno, debido a la propia movilidad de las metáforas ha triunfado sobre las seducciones afectivas que ya no impiden el conocimiento de los

objetos. Así pues si queremos examinar bien lo que ocurre en un espíritu en formación, situado ante una nueva experiencia, nos sorprenderíamos al encontrar en primer lugar, pensamientos sexuales. De este modo es muy sintomático que una reacción química en la que entran en juego dos cuerpos distintos sea inmediatamente sexualizada, a veces de un modo atenuado, por la determinación de uno de los cuerpos como activo y del otro como pasivo. Enseñando química, he podido constatar que, en la reacción del ácido y de la base, la casi totalidad de los alumnos atribuyen el papel activo al ácido y el pasivo a la base. Profundizando un poco en el inconsciente, no tardamos en apercibirnos de que la base es fenemina y el ácido masculino. El hecho de que el producto sea una sal *neutra* provoca algún efecto psicoanalítico. Boerhaave habla todavía de sales hermafroditas. Estos puntos de vista son verdaderos obstáculos. Así pues, la noción de sales básicas es una noción más difícil de admitir, en la enseñanza elemental, que la noción de sales ácidas. El ácido ha recibido un privilegio explicativo por el solo hecho de haber sido planteado como activo respecto a la base.

He aquí un texto del siglo XVII que nos puede llevar a las mismas conclusiones. «El ácido se fermenta con álcali, ya que una vez ha introducido su pequeña punta, en alguno de sus poros, y sin haber perdido todavía su movimiento, hace esfuerzos para empujar más allá. Por este medio, amplía las partes, de modo que el poco ácido que hay en el álcali, al no encontrarse ya tan apretado, se une a su liberador, para sacudir conjuntamente el yugo que le había impuesto la naturaleza.» Un espíritu científico, que sea de formación racionalista o de formación experimental, geometra o químico, no encontrará en esta página ningún elemento de reflexión, ninguna pregunta sensata, ningún esquema descriptivo. Ni siquiera puede criticarla, de tanta distancia que hay entre la explicación

figurada y la experiencia química. Por el contrario un psicoanalista no tendrá dificultad en descubrir la fuente exacta de la convicción.

Si supiéramos provocar las confidencias acerca del estado de ánimo que acompaña los esfuerzos de conocimiento objetivo, encontraríamos muchos de esta simpatía tan sexual para ciertos fenómenos químicos. Así Jules Renard transcribe, en su *Journal* (I, p. 66), el siguiente sueño relacionado evidentemente con sus recuerdos de escolar: «Hacer un idilio con el amor de dos metales. Primero se les vio inertes y fríos entre los dedos del profesor, luego bajo la acción del fuego, se mezclaron, se impregnaron mutuamente y se identificaron en una fusión absoluta, como nunca conseguirán los amores más violentos. Uno de ellos empezaba a ceder, se licuaba por un extremo, se convertía en gotas blanquecinas y chisporroteantes...» Estas páginas son muy claras para un psicoanalista. Lo son menos para una interpretación realista. Efectivamente, es muy difícil determinar la *realidad* que vio Jules Renard. Apenas se hacen aleaciones en la enseñanza elemental y los metales no ceden tan fácilmente licuándose por un extremo. Aquí pues, se cierra el camino de la interpretación objetiva y se abre el camino de la interpretación psicoanalítica. Es bastante más picante ver como un irónico tan poco hábil disimula sus deseos y sus costumbres de colegial. (*Formation*, cap. X, p. 195-196.)

B) ILUSTRACIONES HISTÓRICAS

1. «EXTENSIÓN ABUSIVA DE UNA IMAGEN FAMILIAR»

a) *Una simple palabra*

[81] Ahora tomaremos la simple palabra *esponja* y veremos cómo permite *expresar* los fenómenos más va-

riados. Estos fenómenos se expresan, creemos explicarlos. Se reconocen, creemos conocerlos. En los fenómenos designados por la palabra esponja el espíritu no es el engaño de una fuerza substancial. La función de la *esponja* es de una evidencia clara, hasta tal punto que no sentimos la necesidad de explicarla. Explicando los fenómenos con la palabra esponja, no tendremos pues la impresión de caer en un substancialismo oscuro; tampoco tendremos la impresión de hacer *teorías* ya que esta función es muy experimental. A la esponja corresponde pues un *denkmittel* del empirismo ingenuo.

Dirijámonos inmediatamente a un autor importante remitiéndonos a un artículo de Réaumur aparecido en las *Memoires de l'Académie royale des Sciences* en 1731 (p. 281): «Es una idea bastante corriente mirar el aire como si fuera algodón, lana, esponja y mucho más esponjoso aún de lo que son los demás cuerpos o conjuntos de cuerpos a los que podemos compararlos. Esta idea es apropiada para explicar porque se deja comprimir considerablemente por los pesos, porque puede también enrarecerse mucho, y aparecer en un volumen que sobrepasa considerablemente aquel con que lo habíamos visto antes.» Provistos de estos pertrechos metafóricos, Réaumur responderá a Mariotte que había aclarado algo al asimilar el fenómeno de la disolución del aire en el agua a la disolución de una sal. Pienso, dice Réaumur (p. 382), «que Mariotte ha llevado su suposición más lejos de lo necesario; me parece que en vez de suponer que el agua puede disolver el aire, disolución que por otra parte es difícil de concebir, si nos contentamos con suponer que puede penetrarlo, mojarlo, tenemos todo lo necesario para dar razón de los fenómenos que debemos explicar aquí». Siguiendo con detalle la explicación de Réaumur, comprenderemos perfectamente lo que es una *imagen gneralizada*, expresada en una sola palabra, leitmotiv de una intuición sin valor. «Continuemos mirando el aire como si se pare-

ciera por su estructura a los cuerpos esponjosos, y que fuera de los que el agua puede penetrar, que pueden empaparse, y dejaremos de sorprendernos de que el aire, que está contenido en el agua, ya no se puede comprimir, y ocupa poco espacio. Si envuelvo una esponja con alguna membrana que el agua no pueda traspasar y mantengo esta esponja sumergida en el agua, mediante algún hilo atado al fondo de la vasija, la esponja será entonces tan comprimible como lo era en medio del aire.

»Si con un pistón, u otra cosa, comprimido el agua, ésta bajará y la esponja se verá obligada a ocupar mucho menos volumen, sus partes se verán obligadas a situarse en los vacíos que tienden a conservar entre sí, el agua ocupará el espacio abandonado por las partes de la esponja. Dejemos de presionar el agua, la esponja recobrará su primitivo estado... Si seguidamente quitamos a la esponja la envoltura con la que la habíamos cubierto, el agua podrá introducirse en su interior; démosle tiempo para que ocupe todos los vacíos que hay entre los hilos esponjosos, y después si todavía disponemos del pistón para comprimir el agua, nos encontraremos con que no cederá, como hizo la primera vez, o que cederá muy poco. La esponja se ha convertido en incomprimible, o casi incomprimible; sus partes apretadas ya no encontrarán espacios vacíos en los que situarse, el agua los ha llenado; la que se ha introducido detiene el esfuerzo de la que tiende a sacarla. Si el aire puede, como la esponja, ser penetrado por el agua, si ésta puede llenar los vacíos que hay entre sus partes, el aire deja de ser comprimible.»

Sentimos la necesidad de disculparnos ante el lector por haber copiado esta cita interminable, esta cita tan mal escrita de un célebre autor. Pero le hemos ahorrado muchas otras, del mismo estilo, en las que Réaumur explica sin fin los fenómenos por el carácter esponjoso. Necesitábamos, sin embargo un ejemplo un poco largo en el que la acumulación de imágenes contraría evidentemente

a la razón, en el que lo concreto reunido sin precaución obstaculiza la visión abstracta y clara de los problemas reales.

A continuación, Réaumur afirma que el dibujo propuesto sólo es un bosquejo, que podemos dar naturalmente a las «esponjas del aire» formas extremadamente distintas a la esponja ordinaria. Pero todo su pensamiento se basa en esta imagen, no puede salir de su primera intuición. Cuando quiere borrar la imagen, la función de la imagen subsiste. De este modo Réaumur se niega a decidir sobre la forma de «los granos de aire». Sólo reclama para su explicación, una cosa (p. 286), «que el agua pueda penetrar en los granos de aire». Dicho de otro modo, está dispuesto en resumidas cuentas, a sacrificar la esponja, pero quiere conservar la *espongiosidad*. Ésta es la prueba de un movimiento pura y simplemente lingüístico, que al asociar a una palabra concreta una palabra abstracta, cree haber hecho avanzar el pensamiento Una doctrina de *abstracción coherente* necesita despegargarse más de las imágenes primitivas.

Quizás veamos mejor el carácter metafórico deficiente de la explicación por la esponja si nos acercamos a casos en los que esta explicación esté propuesta por fenómenos menos inmediatos. Así, Franklin escribe[1]: «La materia común es una especie de esponja para el fluido eléctrico una esponja no recibiría agua, si las partes de agua no fueran menores que los poros de la esponja; sólo la recibiría muy lentamente; si no existiera una atracción mutua entre sus partes, y las partes de la esponja; ésta se empaparía más rápidamente, si la atracción recíproca entre las partes de agua no opusiera obstáculo, ya que debe haber alguna fuerza que las separe; por último la absorción sería muy rápida si en vez de atracción hu-

1. Benjamin FRANKLIN, *Experiences et observations sur l'électricité*, comunicadas en varias cartas a P. Collinson de la Soc. Roy, de Londres, trad. París, 1752, p. 135.

biera entre las partes de agua una repulsión mutua que coincidiera con la atracción de la esponja. Precisamente éste es el caso en el que se encuentran la materia eléctrica y la materia común». Todos estos detalles, todas estas suposiciones, todos estas imágenes llenas de arrepentimientos nos muestran claramente que Franklin intenta explicar las experiencias eléctricas en la experiencia primitiva de la esponja. Pero Franklin sólo piensa en el plano de la esponja. La esponja es para él una verdadera *categoría empírica.* Quizás en su juventud, se había maravillado ante un objeto tan simple. Suele suceder. A menudo he sorprendido niños muy interesados por un papel secante que «embebe» una mancha.

Naturalmente, si nos dirijimos a autores subalternos, la aplicación será más rápida, más directa, a ser posible menos controlada. Entonces la imagen explicará automáticamente. En una disertación del P. Béraut, encontramos condensada esta explicación doble; los cristales y materias cristalizables son «esponjas de luz ya que la materia que hace la luz los penetra; por el mismo motivo podemos decir que todos son esponjas de materia eléctrica». Lémery llamaba «esponja de luz» a la piedra de Bologne con algo más de precisión ya que esta piedra fosforescente tiene, después de estar expuesta al sol, una cierta cantidad de «materia luminosa» que luego se derrama. Con igual rapidez en tres líneas Marat explica el enfriamiento de un cuerpo caliente sumergido en el aire o en el agua[1]: «Aquí el agua y el aire sólo actúan como esponjas; ya que un cuerpo sólo enfría a otro al tocarlo si absorbe el fluido ígneo que se escapa».

Esta imagen tan clara puede hacerse más confusa y complicada cuando se aplica. Así el abate de Mangin dice

1. MARAT, doctor en medicina y médico de los guardias de corps de monseñor el conde d'Artois, *Découvertes sur le Feu, l'Electricité et la Lumière, constatés par une suite d'experiences nouvelles,* París, 1779, p. 31.

brevemente[2]: «El hielo al ser una esponja de agua espesada y helada por la retirada del fuego, tiene una amplitud para recibir fácilmente todo lo que se le presente.» Parece que, en este último caso, asistamos a la interiorización del carácter esponjoso. Este carácter es aquí una aptitud para recibir, para absorber. Encontraríamos fácilmente ejemplos con los que llegaríamos insensiblemente a las intuiciones substancialistas. La esponja tiene entonces una fuerza secreta, una fuerza primordial. Para el cosmopolita: «La Tierra es una esponja y el receptáculo de los demás elementos.» Un comadrón llamado David considera útil esta imagen: «La sangre es una especie de esponja impregnada de fuego.» (*Formation*, cap. IV, p. 74-76.)

b) *La física cartesiana: una metafísica de la esponja*

[82] Podemos encontrar ejemplos en los que grandes pensadores se quedan bloqueados, para decirlo de algún modo, en la imagen primera. Poner en duda la claridad y la distinción de la imagen que nos ofrece la esponja, es para Descartes, *sutilizar* sin razón las explicaciones (*Principies*, II). «No sé porqué, cuando se ha querido explicar como un cuerpo se enrarece, se ha preferido decir que era debido al aumento de cantidad que utilizar el ejemplo de esta *esponja*.» Dicho de otro modo, la imagen de la esponja es *suficiente* en una explicación particular, de modo que se puede emplear para organizar experiencias diversas. ¿Por qué buscar más lejos? ¿Por qué no pensar siguiendo este tema general? ¿Por qué no generalizar lo que es claro y sencillo? Expliquemos pues los fenómenos simples, exactamente como se aclara una idea compleja descomponiéndola en ideas simples.

Aunque los detalles de la imagen lleguen a borrarse,

2. Abate de MANGIN, *Question nouvelle et intéressante sur l'électricité*, París, 1749, p. 38.

esto no debe llevarnos a abandonar dicha imagen. La conservamos por un aspecto, y basta. La confianza de Descartes en la claridad de la imagen de la esponja es muy sintomática de esta impotencia para instalar la duda al nivel de los detalles del conocimiento objetivo, para desarrollar una duda discursiva que desarticulase todos los lazos de lo real, todos los ángulos de las imágenes. La duda *general* es más fácil que la duda *particular.* «Y no debemos dudar que si el enrarecimiento no se hace como digo, aunque no percibamos con ninguno de nuestros sentidos el cuerpo que llena (los poros de un cuerpo enrarecido), porque no hay ninguna razón que nos obligue a creer que debamos apercibir con nuestros sentidos todos los cuerpos que nos rodean, y veamos que es muy fácil explicarlo de esta manera, y que es imposible concebirlo de otra.» En otras palabras: una esponja nos muestra la espongosidad. Nos muestra como una materia particular «se llena» con otra materia. Esta lección de la *plenitud heterogénea* basta para explicarlo todo. La metafísica del espacio en Descartes es la *metafísica de la esponja.* (*Formation,* cap. IV, p. 78-79.)

2. Química y alquimia del fuego

a) *Substancialización*

[83] El fuego es quizá el fenómeno que más ha preocupado a los químicos. Durante mucho tiempo se creyó que resolver el enigma del fuego era resolver el enigma central del Universo. Boerhaave que escribió hacia 1720 dice todavía[1]: «Si os equivocáis en la exposición de la naturaleza del fuego, vuestro error se extenderá a todas las ramas de la física, debido a que en todas las produc-

1. Boerhaave, *Eléments de Chimie,* trad., 2 vol., Leide, 1752, t. I, p. 144.

ciones naturales el fuego... es siempre el agente principal.» Medio siglo después, Scheele recuerda por un lado[1]: «Las innumerables dificultades que presentan las investigaciones sobre el fuego. Quedamos asombrados al pensar en los siglos que se han sucedido, sin llegar a adquirir más conocimientos sobre verdaderas propiedades.» Por otra parte: «Algunas personas caen en el error opuesto, al explicar la naturaleza y los fenómenos del fuego con tanta facilidad, que parece como si no existan dificultades. ¿Pero qué objecciones podemos hacerles? Tan pronto el calor es el fuego elemental, como un efecto del fuego: en un lugar la luz es el fuego más puro y un elemento o bien, ya se ha extendido a lo largo de todo el globo, y el empuje del fuego elemental le comunica su movimiento directo; en otros casos, la luz es un elemento que podemos encadenar mediante el *ácidum pingüe,* y que la dilatación de este supuesto ácido libera, etc.» Estas vacilaciones tan bien indicadas por Scheele, son muy sintomáticas de la dialéctica de la ignorancia que va de la oscuridad a la ceguera y que tranquilamente toma los términos del problema por su solución. Ya que el fuego no ha podido revelar su misterio, se le toma como causa universal: entonces todo se explica. Cuando más inculto es un espíritu precientífico, mayor es el problema que elije. De este gran problema hace un pequeño libro. El libro de la marquesa de Châtelet tiene 139 páginas y trata del fuego.

En los períodos precientíficos, es pues muy difícil circunscribir un tema de estudio. Para el fuego, más que para otros fenómenos, las concepciones animistas y las concepciones substancialistas se mezclan de un modo inextrincable. Si en nuestro libro general[2] hemos podido analizar separadamente estas concepciones, debemos es-

1. Charles-Guillaume SCHEELE, *Traité chimique de l'air et du feu,,* trad., París 1781.
2. Se trata de *La formación del espíritu científico* (D. L.)

tudiarlas aquí mezcladas. Cuando hemos podido avanzar en el análisis, ha sido precisamente gracias a las ideas científicas, que poco a poco, han permitido distinguir los errores. Pero el fuego no ha encontrado, como la electricidad, su ciencia. Se ha quedado en el espíritu precientífico como un fenómeno complejo que se relaciona a la vez con la química y con la biología. Debemos conservar al concepto de fuego el aspecto totalizador que corresponde a la ambigüedad de las explicaciones que van alternativamente de la vida a la substancia, en interminables movimientos recíprocos para dar cuenta de los fenómenos del fuego.

El fuego puede entonces servirnos para ilustrar las tesis que hemos expuesto en nuestro libro sobre *La formation de l'esprit scientifique,* especialmente por las ideas ingenuas que de él nos formamos, da un ejemplo del *obstáculo substancialista* y del *obstáculo animista* que dificultan uno y otro el pensamiento científico.

En primer lugar mostraremos casos en los que las afirmaciones substancialistas se presenten sin las más mínimas pruebas. El R. P. Castel no pone en duda el *realismo del fuego*[1]: «Los colores negros en pintura son generalmente producto del fuego, y el fuego deja siempre algo corrosivo y ardiente en los cuerpos que han recibido su viva impresión. Algunos pretenden que son las partes incandescentes, y de un fuego verdadero, las que quedan en la cal viva, en las cenizas, en los carbones, en los humos.» Nada legitima esta *permanencia substancial* del fuego en la materia colorante, pero vemos cómo trabaja el pensamiento substancialista: lo que ha recibido el fuego continúa quemando y corroyendo.

A veces la afirmación substancialista se presenta con una pureza tranquila, despojada por completo de cualquier prueba e incluso de cualquier imagen. De este

1. R. P. Castel, *L'optique des couleurs,* Paris, 1740, p. 34.

modo, Ducarla escribe[1]: «Las moléculas selladas... calientan porque son; y son porque fueron... esta acción no se acaba hasta que falta el ser.» El carácter tautológico de la atribución substancial queda aquí particularmente claro. La broma de Molière acerca de la virtud adormecedora del opio que hace dormir, no impide a un autor importante, que escribe a fines del siglo XVIII, decir que la capacidad calorífica del calor tiene la propiedad de calentar. (*Psychanalyse*, cap. V, p. 104-107.)

b) *Valorización*

[84] Para muchas mentes, el fuego tiene tal *valor* que nada limita su imperio. Boerhaave pretende no hacer ninguna suposición sobre el fuego, pero comienza diciendo, sin la menor vacilación, que «los elementos del fuego se encuentran en todas partes; se encuentran en el oro, el más sólido de los cuerpos conocidos, y en el vacío de Torricelli»[2]. Para un químico al igual que para un filósofo, para un hombre instruido al igual que para un soñador, el fuego se substantifica tan fácilmente que se puede ligar tan bien con lo vacío como con lo lleno. Sin duda la física moderna reconocerá que el vacío está atravesado por mil radiaciones de calor radiante, pero no hará de estas radiaciones una cualidad del espacio vacío. Si se produce una luz en el vacío de un barómetro que agitamos, el espíritu científico no llegará a la conclusión de que el vacío de Torricelli *contenía* fuego latente.

La substancialización del fuego concilia fácilmente los caracteres contradictorios: el fuego podrá ser vivo y rápido bajo formas dispersas; profundo y durable bajo formas concentradas. Bastará con invocar la *concentración substancial* para rendir cuentas de los más diversos aspectos. Para Carra, autor citado a menudo a fines del

1. DUCARLA, *loc. cit.*, p. 4.
2. BOERHAAVE, *Eléments de chimie*, t. I. p. 145.

siglo XVIII[1] «En la paja y el papel, la flogística integrante es muy rara, mientras que abunda en el carbón de tierra. Sin embargo las dos primeras substancias llamean con la primera aproximación del fuego, mientras que la última tarda mucho rato en quemar. No podemos explicar esta diferencia de efectos, sin reconocer que la flogística que integra la paja y el papel, aunque más rara que la del carbón de tierra, está menos concentrada, más diseminada, y por consiguiente es más susceptible de un desarrollo rápido.» De este modo una experiencia insignificante como la del papel rápidamente inflamado se explica en intensidad, por un grado de concentración substancial de la flogística. Debemos subrayar aquí esta necesidad de explicar los *detalles* de una experiencia primera. Esta necesidad de explicación minuciosa es muy sintomática en los espíritus no científicos que pretenden no descuidar nada y dar cuenta de todos los aspectos de la experiencia concreta. La *vivacidad* de un fuego propone así falsos problemas: ¡Marcó tanto nuestra imaginación en nuestra infancia! El fuego de paja queda, para el inconsciente, como un fuego característico.

Es particularmente interesante, para un psicoanálisis del conocimiento objetivo, ver cómo una intuición cargada de afectividad, como la intuición del fuego se ofrecerá para explicar nuevos fenómenos. Éste fue el caso en el momento en que el pensamiento precientífico intentó explicar los fenómenos eléctricos.

La prueba de que la fluidez eléctrica es sólo el fuego no es difícil si nos contentamos con seguir la seducción de la intuición substancialista. Así pues el abate de Mangin se convence pronto[2]: «En primer lugar, la materia eléctrica se encuentra en todos los cuerpos bituminosos

1. CARRA, *Dissertation élémentaire sur la nature de la lumière, de la chaleur, du feu et de l'electricité*, Londres, 1787, p. 50.
2. Abate de MANGIN, *Question nouvelle et intéressante sur l'électricité*, 1749, pp. 17, 23, 26.

y sulfurosos, como el cristal y los guisantes, igual que el trueno extrae los suyos de los betunes y azufres atraídos por la acción solar.» Además, no es necesario mucho más para demostrar que el cristal contiene fuego y para situarlo en la categoría de los azufres y los guisantes. Así pues para el abate Mangin «el olor a azufre que (el cristal) extiende cuando al ser frotado se rompe (es la prueba concluyente) de que los betunes y los aceites dominan en él». ¿Es necesario recordar la vieja etimología, siempre activa, en el espíritu precientífico, que pretendía que el vitriolo corrosivo fuese *aceite de cristal*?

La intuición de interioridad, de intimidad, tan fuertemente ligada a la intuición substancialista aparece aquí con una ingenuidad tanto más sorprendente por cuanto pretende explicar fenómenos científicos bien determinados. «Dios ha encerrado el fuego principalmente en los aceites, los betunes, las gomas, las resinas, como en tantos otros estuches capaces de sujetarlo». Una vez sometidos a la metáfora de una propiedad substancial encerrada en un *estuche*, el estilo se llenará de imágenes. Si el fuego eléctrico «pudiera insinuarse en las cámaras de las pequeñas pelotas de fuego, que llenan el tejido de los cuerpos eléctricos; si pudiera desatar esta multitud de pequeñas bolsas que tienen fuerza para retener este fuego escondido, secreto e interno, y unirse entre sí, entonces estas parcelas de fuego separadas, sacudidas, comprimidas, desmandadas, asociadas, violentamente agitadas, comunicarían al fuego eléctrico una acción, una fuerza, una velocidad, una aceleración, una furia, que desuniría, rompería, abrasaría, destruiría el compuesto». Pero como esto es imposible, los cuerpos, al igual que la resina, eléctricos por sí mismos, deben conservar el fuego encerrado en sus pequeños estuches, no pueden recibir el fuego por comunicación. Ésta es pues, en imágenes cargadas de verbalismo, la *explicación prolija* del carácter de los cuerpos que son malos conductores. Por otra parte esta explica-

ción que lleva a negar un carácter es muy curiosa. No vemos porqué se necesita una conclusión. Parece que esta conclusión venga a interrumpir simplemente un sueño que se desarrollaba tan fácilmente, cuando bastaba sólo con acumular sinónimos.

Después de reconocer que las chispas eléctricas que salen del cuerpo humano electrizado inflamaban el aguardiente, se produjo un verdadero asombro. ¡El fuego eléctrico era un verdadero fuego! Winckler subraya «un acontecimiento tan extraordinario». Efectivamente no vemos como este «fuego», brillante, caliente, inflamable, puede estar contenido sin la menor incomodidad, en el cuerpo humano. Un espíritu tan preciso, tan meticuloso como Winckler no pone en duda el postulado substancialista y de esta ausencia de crítica filosófica nacerá el falso problema[1]: «Un fluido no puede encender nada, a menos que contenga partículas de fuego.» Ya que el fuego *sale* del cuerpo humano, antes estaba *contenido* en el cuerpo humano. Hay que señalar con qué facilidad se acepta esta inferencia por un espíritu precientífico que sigue, convencido, las seducciones que hemos denunciado en los capítulos precedentes. El único misterio, es que el fuego inflama el alcohol en el exterior, mientras que no inflama los tejidos internos. Esta inconsecuencia de la intuición realista no lleva sin embargo a reducir a *realidad del fuego*. El realismo del fuego está entre los más indestructibles. (*Psychamalyse*, cap. V, p. 115-116.)

1. WINCKLER, *Essai sur la nature, les effets et les causes de l'électricité*, trad., París, 1748, p. 139.

Sección III
Hacia la historia de las ciencias

I. ¿CONTINUIDAD O DISCONTINUIDAD?

a) *¿Una «emergencia» progresiva de la ciencia?*

[85] Una de las objeciones más comunes de los *continuistas de la cultura* nos lleva a evocar la *continuidad de la historia*. Al hacerle un *relato continuo* de los acontecimientos, se cree poder revivir fácilmente dichos acontecimientos, en la continuidad del tiempo y se da insensiblemente a cualquier historia la unidad y la continuidad de un libro. Se difuminan las dialécticas bajo una sobrecarga de acontecimientos menores. Y en lo que concierne a los problemas epistemológicos que nos ocupan, no se aprovecha la extraordinaria sensibilidad dialéctica que caracteriza la historia de las ciencias.

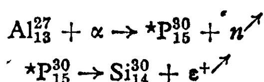
Los continuistas se complacen además en reflexionar sobre los orígenes, permanecen en la zona de elementalidad de la ciencia. Los progresos científicos fueron lentos, muy lentos en un principio. Cuando más lentos, más continuos aparecen. Y como la ciencia surge *lentamente* del cuerpo de conocimientos comunes, se cree tener la certidumbre definitiva de la continuidad del saber común y del saber científico. Éste es en suma el axioma epistemológico planteado por los continuistas: ya que los ini-

cios son lentos los progresos son continuos. El filósofo no va más allá. Cree inútil vivir los nuevos tiempos, los tiempos en los que precisamente los progresos científicos *estallan* por todas partes, haciendo «estallar» necesariamente la epistemología tradicional.

Para legitimar esta noción de «estallido», veamos referencias y hechos.

Riezler al referirse a los 600 isótopos descubiertos o creados por el hombre en una sola década encuentra en ellos, precisamente, una especie de evolución explosiva, *eine stürmische Entwicklung*[1].

Un descubrimiento como el de Joliot-Curie enunciado en estas dos simples líneas:



$$Al^{27}_{13} + \alpha \rightarrow {}^{*}P^{30}_{15} + n\nearrow$$
$${}^{*}P^{30}_{15} \rightarrow Si^{30}_{14} + \varepsilon^{+}\nearrow$$

altera, *en algunas semanas,* todo un sector de la ciencia de la materia. Jean Thibault ha señalado también la importancia de este descubrimiento resumido en dos líneas.

Hevesy, en el Coloquio sobre los «Intercambios isotópicos y estructuras moleculares», que tuvo lugar en París en 1948 dice (p. 107): «Para los que han vivido el desarrollo de la radioactividad desde sus principios, el descubrimiento de la radioactividad artificial aparece como un milagro.» Sí, ¿por qué el científico que vive íntimamente el progreso científico no tendría derecho a utilizar una palabra tan excepcional para narrar sus impresiones?

A propósito de este descubrimiento de la radioactividad artificial, Pollard y Davidson insisten también en el desarrollo sorprendente, *the astonishing development* del campo de conocimientos humanos. Desde 1933, dicen, hasta 1945 (fecha de aparición de su libro), el número de

1. Wolfgang RIEZLER, *Einführung in die Kernphysik,* 2.ª ed., Leipzig, 1942, p. 132.

radioelementos artificiales pasó de 3 a 300. Esta extraordinaria proliferación de la ontología materialista no puede apreciarse en su justo valor desde fuera. Por ello el filósofo no se sorprende de este desarrollo asombroso. Lee y relee generalidades que condenan la técnica. Y no presta ninguna atención al carácter eminentemente desinteresado de ciertas investigaciones técnicas, no ve su belleza intelectual, permanece insensible a la armonía que aparece en esta multiplicación de seres bien ordenados. Deshumaniza así un esfuerzo prodigioso del espíritu humano, el propio esfuerzo de la ciudad científica ante un mundo que hay que crear con una extraordinaria novedad.

En mayo de 1948 (este mes tiene ahora una realidad en la bibliografía científica), F. B. Moon escribiendo el prólogo para el libro *Artificial radioactivity* aparecido en Cambridge en 1949, se disculpa por no poder dar la lista completa de los cuerpos provistos de radioactividad artificial. Añade: «Se está avanzando tan rápidamente en el tema que estas listas se convierten rápidamente en incompletas.» La ciencia de la materia aumenta tan rápidamente que ya no es posible hacer el recuento. En tal proliferación de descubrimientos se ve que cualquier línea de continuidad es siempre un trazo demasiado grueso, un olvido de la especialidad de los detalles.

Por otra parte hay que pedir a los propios científicos la conciencia de las discontinuidades de la ciencia contemporánea. Designan estas discontinuidades con la máxima precisión deseable. En el prefacio al coloquio del C.N.R.S. sobre *la unión química* (abril 1948, publicado en 1950) Edmond Bauer, recordando la memoria fundamental de Heitler y London sobre la molécula de hidrógeno aparecida en 1927, escribe: «Esta memoria marca una verdadera discontinuidad en la historia de la química. Luego, los progresos fueron rápidos.»

En estos instantes innovadores, el descubrimiento tie-

ne una pluralidad tan grande de consecuencias que llegamos evidentemente a una discontinuidad del saber. La molécula de hidrógeno ya no es un simple detalle del materialismo, un objeto de investigación como los demás. La molécula de hidrógeno, desde la memoria de Heitler y London, es un motivo de instrucción fundamental, una razón de una reforma radical del saber, un nuevo punto de partida de la filosofía química. Siempre sucede lo mismo, el filósofo no aborda la zona de las discontinuidades efectivas; afirma tranquilamente la continuidad del saber.

b) *La noción de «influencia»*

Otra forma de borrar las discontinuidades en el progreso científico supone atribuirle el mérito a la masa de trabajadores anónimos. Se dice que los progresos estaban «en el aire» cuando el hombre de genio los ha puesto al día. Entonces entran en consideración las «atmósferas», las «influencias». Cuando más lejos se está de los hechos, más fácilmente se evocan las «influencias». Las influencias se evocan continuamente a partir de los orígenes más lejanos. Les hacen atravesar continentes y siglos. Pero esta noción de influencia, tan cara al espíritu filosófico, no tiene ningún sentido en la transmisión de verdades y de descubrimientos en la ciencia contemporánea. Sin duda los trabajadores se agrupan, y cooperan en la investigación. Forman actualmente, equipos, escuelas. Pero el valor de ciertos laboratorios está hecho a la vez de crítica y de innovación. La autocrítica de los trabajadores de laboratorio contradice en muchos aspectos todo lo relacionado con una «influencia». Poco a poco, todo lo que hay de inconsciente y de pasivo en el saber se domina. Las dialécticas proliferan. El campo de las contradicciones posibles se extiende. Cuando se aborda la zona de los problemas, se vive realmente en un tiempo marcado por

instantes privilegiados, por discontinuidades notables. Leyendo un libro como el de Gamov y Critchfield sobre la física nuclear, se ve cómo los científicos tienen conciencia de la imperfección de sus métodos, de la desarmonía de los métodos. «No es satisfactorio», es la locución que encontramos en cada párrafo. Nunca este *racionalismo ensayado* que representan los métodos nuevos ha sido tan diverso, tan móvil, tan vigilado. De este modo el racionalismo científico que debe asimilar los progresos de la experiencia va en dirección opuesta al dogmatismo del racionalismo suscinto. Describir el espíritu científico como un espíritu canalizado en el dogmatismo de una verdad indiscutida, supone hacer psicología de una caricatura pasada de moda. El tejido de la historia de la ciencia contemporánea es el tejido temporal de la discusión. Los argumentos que se entrecruzan son tantas otras ocasiones de discontinuidad.

c) *El argumento de «sentido común»*

Los continuistas de la cultura elevan un tercer nivel de objeciones en el terreno de la pedagogía. De este modo ya que se cree en la contiuuidad entre el conocimiento común y el conocimiento científico, se trabaja para mantenerlo, se considera obligado reforzarlo. Del buen sentido se quieren sacar lentamente, suavemente, los rudimentos del saber científico. Repugna violentar el «sentido común». Y en los métodos de enseñanza elemental, se hacen retroceder, de buen grado, las horas de iniciaciones viriles, se desea conservar la tradición de la *ciencia elemental*, de la *ciencia fácil;* se considera obligado hacer participar al estudiante en la inmovilidad del conocimiento primero. Hay que llegar sin embargo a *criticar* la cultura elemental. Se entra entonces en el reino de la cultura científica difícil.

Tenemos ahí una *discontinuidad* que no borraremos

fácilmente invocando un simple relativismo: de *fácil*, la química se ha convertido repentinamente en *difícil*. Se ha convertido en difícil no sólo para nosotros mismos, no sólo para el filósofo, sino realmente *difícil en sí*. Los historiadores de las ciencias sin duda no aceptarán que se caracterice la cultura científica de nuestro tiempo como específicamente difícil. Objetarán que en el transcurso de la historia todos los progresos han sido difíciles y los filósofos repetirán que nuestros hijos aprenden hoy en la escuela muy fácilmente lo que ha exigido un esfuerzo extraordinario de los genios solitarios de tiempos pasados. Pero este relativismo que es real, evidente, sólo hace resaltar más el carácter absoluto de la *dificultad* de las ciencias físicas y químicas contemporáneas a partir del momento en que es necesario salir del reino de la elementalidad.

No se trata de una cuestión de aptitud. Para ciertos espíritus, las matemáticas más elementales pueden ser difíciles. Pero en lo que respecta a la química, parece como si fuera una especie de erudición de los hechos materiales, que reclamase únicamente una larga paciencia y una minuciosa experiencia. Se la llamaba ciencia de memoria. Esto es lo que precisamente ya no es hoy.

Los químicos son claros respecto a esto. A fines del siglo XIX, dice Lespiau [1], el estudiante sólo reconocería en la química «una polvareda de hechos sin cohesión»; tomaba como axioma» esta frase repetida tan a menudo todavía en nuestros días (en 1920): la química es sólo cuestión de memoria. Al salir de colegio tenía la impresión de que esta ciencia (?) no tenía ningún valor educativo. Sin embargo si a continuación escuchaba un curso de química orgánica impartido por un atomista, su opinión cambiaba. Los hechos se encadenaban, bastaba con aprender algunos para encontrar que se sabía mucho».

1. R. LESPIAU: *La molécule chimique*, París, 1920, p. 2.

Excelente expresión de inteligibilidad educativa que ordena un empirismo informe. Los hechos científicos se multiplican y sin embargo el empirismo disminuye. Ésta es la memoria de los hechos sometida a la comprensión de las leyes. En esta perspectiva, la revolución epistemológica prosigue. En la química contemporánea, hay que comprender para retener. Hay que comprender desde perspectivas sintéticas cada vez más complejas. La *química teórica* se ha creado. Se ha creado en estrecha unión con la *física teórica*. A principios de nuestro siglo, aparecía bajo el nombre de *química física* una ciencia muy delimitada, particularmente rica en experiencias bien definidas. En nuestros días aparece una *química teórica-física teórica* que da a las ciencias fisicoquímicas un racionalismo común. El signo de interrogación que indicaba Lespiau a continuación de la palabra «ciencia» (?) para simbolizar el suave desdén de los educadores de su época con respecto a un estudio que ocupa inútilmente la memoria, sólo explica el escepticismo de los ignorantes, el escepticismo de los filósofos que deciden acerca de los valores de cultura refiriéndose al tiempo de su adolescencia escolar.

Para referirnos a un texto contemporáneo, hay un cierto desafío irónico en la frase que acaba el prefacio que R. Robinson escribe para el difícil tratado de M. J. S. Dewar: *The electronic theory of organic Chemistry* (Oxford, 1949): «Para concluir, deseo un éxito total a este esfuerzo reciente por generalizar nuestra ciencia en uno de sus aspectos más fascinantes. Se han terminado los tiempos en que la química orgánica podía estigmatizarse como un trabajo memorístico y los estudiantes que confiarán en Dewar, para que les conduzca a través del territorio nuevamente conquistado, verán pronto porqué esto es cierto.»

Se hace pues imposible aprender química sin comprenderla, sólo recitando de memoria, sin estos pequeños tro-

piezos que nunca engañan al profesor pespicaz, la lección de matemáticas. Y si creéis tener este poder memorístico, os bastará con abrir el manual de Dewar —o el de Pauling— o el de Eistler o el de Alberta Pullman para comprobarlo. Abordad la química difícil y reconoceréis que habéis entrado en un nuevo reino de racionalidad.

¿Esta dificultad de la ciencia contemporánea es un obstáculo o un atractivo a la cultura? Creemos que es la propia condición del dinamismo psicológico de la investigación. El trabajo científico requiere precisamente que el investigador se cree dificultades. Lo esencial está en crearse dificultades *reales*, eliminar las falsas dificultades, las dificultades imaginarias.

De hecho, a lo largo de la historia de la ciencia, podemos distinguir una especie de sed por los problemas difíciles. El orgullo de saber reclama el mérito de vencer la dificultad de saber. El alquimista quería que su ciencia fuese difícil y rara. Daba a su saber la majestad de la dificultad. Cubría con dificultades cósmicas, morales, religiosas, el problema de las transformaciones materiales. Tenía pues, esencialmente, *el comportamiento de lo difícil*. En suma, el saber alquimista realizaba el *para sí* de la dificultad. Y como el realismo de las manipulaciones alquimistas fallaba, el alquimista proyectaba su sed de dificultad, esta *para sí* de la dificultad, en una especie de *en si* de lo difícil. Quería resolver un gran problema, penetrar el gran misterio. Encontrar la clave del enigma le hubiera dado el dominio total sobre el mundo.

A menudo el historiador que quiere poner al día estos oscuros pensamientos tropieza bajo la seducción de dificultades archivadas. Añade a la dificultad en la que se debatía el alquimista la dificultad en situarse, tras múltiples evoluciones del pensamiento científico, en el momento de la historia en que los intereses de la investigación eran muy distintos a los nuestros. Pero todas las sombras penosamente reconstruidas desaparecen cuando

situamos los antiguos problemas —los falsos problemas— frente a una objetividad definida. Nos damos cuenta de que la experiencia alquimista no puede «montarse» en un laboratorio moderno sin tener inmediatamente la impresión de hacer a la vez una caricatura del pasado y una caricatura del presente. Como máximo a ciertos grandes sabios contemporáneos les gusta poner como portada de sus obras el viejo grabado de un viejo libro que reproduce al alquimista ante sus hornillos. ¿No habría que poner esta nostalgia de los misterios antiguos en la cuenta de este inconsciente que acompaña al espíritu científico como indicábamos al principio de este ensayo? Encontraríamos entonces eun tema de continuidad: sería la continuidad de lo que no cambia, la continuidad de lo que resiste a los cambios. Pero el problema epistemológico que tratamos ya no se sitúa aquí. De hecho «las dificultades de la alquimia» representan, comparadas con las dificultades del materialismo moderno, un puro anacronismo. Entre las dificultades de otro tiempo y las actuales, hay una total discontinuidad.

d) *Las trampas del lenguaje*

Por .último, y para terminar con este esbozo de una polémica contra los partidarios de la continuidad de la cultura científica, señalaremos que el lenguaje puede ser tan artificial en las ciencias físicas como en las psicológicas para espíritus poco atentos, para espíritus que no están atentos a la propia evolución del lenguaje de la ciencia. La nomenclatura química no puede ser definitiva como la tabla de declinaciones de una lengua muerta. Continuamente se rectifica, se completa, se matiza. El lenguaje de la ciencia está en un estado de revolución semántica permanente.

A veces el epistemólogo continuista se engaña, cuando juzga la ciencia contemporánea, como una especie de

continuidad de las imágenes y de las palabras. Cuando ha sido necesario imaginar el inimaginable terreno del núcleo atómico, se han propuesto imágenes y fórmulas verbales totalmente relativas a la ciencia teórica. Naturalmente no hay que tomar estas fórmulas al pie de la letra y darles un sentido directo. Una constante transposición del lenguaje rompe entonces la continuidad del pensamiento común y del pensamiento científico. Constantemente, hay que situar las expresiones nuevas en la perspectiva de las teorías que las imágenes y las fórmulas resumen.

Éste es el caso, por ejemplo, de la imagen que Niels Bohr presentó para condensar ciertas leyes del núcleo atómico bajo el nombre de «gota de agua». Esta imagen «ayuda admirablemente, dicen Pollard y Davidson (*op. cit*, p. 194), para comprender el cómo y el porqué de la fisión». Bajo el amparo de esta imagen de la «gota» en la que se aglomeran los núcleos, se podrá decir que la incorporación de un neutrón suplementario aumenta la energía interna del núcleo, dicho de otro modo, la «temperatura» del núcleo. Debido a este aumento de «temperatura», una emisión de un corpúsculo puede hacerse siguiendo un proceso que se llamará una «evaporación». Pero las palabras gota, temperatura, evaporación, deben evidentemente ponerse entre comillas. Para los físicos nucleares estas palabras están de algún modo tácitamente redefinidas. Representan conceptos que son totalmente distintos de los conceptos de la física clásica, *a fortiori* muy distintos de los conceptos del conocimiento común. ¡Provocaría mucha hilaridad quien preguntara si la física nuclear fabrica un termómetro para medir «la temperatura» de un núcleo!

No existe pues ninguna *continuidad* entre la noción de la temperatura del laboratorio y la noción de la «temperatura» de un núcleo. El lenguaje científico es, por principio, un neo-lenguaje. Para ser comprendido en la ciu-

dad científica hay que hablar científicamente el lenguaje científico, traduciendo los términos del lenguaje común en lenguaje científico. Si prestáramos atención a esta actividad de traducción a menudo disfrazada, nos daríamos cuenta de que existen en el lenguaje de la ciencia un gran número de palabras entre comillas. El entrecomillado podría confrontarse con la puesta entre paréntesis de los fenomenólogos. El entrecomillado revelaría una de las actitudes específicas de la conciencia de ciencia. Se une a una declaración de conciencia de método. La palabra entre comillas se eleva de tono. Por encima del lenguaje común, toma un tono científico. Cuando una palabra del antiguo lenguaje científico se pone entre comillas por el lenguaje científico, significa un cambio de método de conocimiento que afecta a un nuevo terreno de la experiencia. Podemos decir que desde el punto de vista del epistemólogo, significa una ruptura una discontinuidad de los sentidos, una reforma del saber.

El concepto de «temperatura del núcleo atómico» totaliza incluso las dos reformas. En primer lugar avala la noción cinética de temperatura en un nuevo terreno, tal como ha sido introducida en la ciencia por la termodinámica clásica, y a continuación transpone este concepto científico en una esfera de aplicación en la que el concepto clásico ya no se aplica normalmente. Vemos estructurarse diversos niveles del conceptualismo de la ciencia: la «temperatura» del núcleo es una especie de concepto, un concepto que no lo es de primera abstracción. Se utiliza porque la significación racional clásica del concepto de temperatura está clara, y este concepto ha sido ya despojado por la física clásica de sus significaciones sensibles inmediatas. (*Matérialisme,* Conclusión, p. 209-217.)

II. ¿QUÉ ES UNA SÍNTESIS HISTÓRICA?

1. UNA «SÍNTESIS TRANSPARENTE»

[86] La mecánica ondulatoria se presenta como una de las síntesis científicas más amplias de todos los tiempos. Se trata realmente de una *síntesis histórica*. Efectivamente, es una síntesis cultural que implica la reunión de varios siglos de cultura. Como señala Louis de Broglie[1]: «Muchas ideas científicas actuales serían distintas de lo que son si los caminos seguidos por el espíritu humano para alcanzarlas hubieran sido otros.» Por sí sola, esta observación plantea todo el problema de la objetividad científica ya que sitúa esta objetividad en la confluencia de una historia humana y de un esfuerzo de actualidad esencial a cualquier investigación científica.

Se trata pues de una pregunta que debe plantearse el filósofo: ¿a qué nivel del pensamiento científico se realiza la integración de la historia de los pensamientos en la actividad científica? ¿Es exacto que la actividad científica que quiere objetividad pueda tener como regla constante partir de una *tabla rasa*? En cualquier caso, conti-

1. Louis de BROGLIE, *Physique et microphysique*, p. 9.

nuando con la mecánica ondulatoria, no imaginamos en absoluto una pedagogía *directa,* una pedagogía basada en experimentos *inmediatos.* Cualquier pedagogía de semejante doctrina es necesariamente un ejercicio de *transformación* de conocimiento. En este caso el espíritu sólo puede instruirse transformándose. Para comprender el sentido de la mecánica ondulatoria, para plantear el problema en toda su amplitud y apreciar los valores de reorganización racional de la experiencia que están implicados en esta nueva doctrina, conviene recorrer un largo preámbulo histórico.

Pero nos encontramos con una paradoja: caeríamos en un grave error si creyéramos que esta síntesis histórica hubiese sido históricamente preparada, si dijéramos, siguiendo la expresión habitual de los historiadores que quieren dar un cuerpo a la historia, que este descubrimiento «ya estaba en el aire». En realidad la óptica física de Fresnel había suplantado totalmente la óptica física de Newton cuando Louis de Broglie propuso una nueva ciencia asociando ciertas hipótesis newtonianas a ciertas hipótesis fresnelianas para estudiar el comportamiento de particular que no se relacionaban con la ciencia de Fresnel ni con la ciencia de Newton. Nada nos demuestra mejor que la síntesis científica es una *síntesis transformadora.* Antes de esta asociación, antes de esta síntesis, Einstein había visto sin duda la necesidad de definir un quantum de radiación, que pronto se llamó fotón, para explicar los fenómenos fotoeléctricos (...). Pero la síntesis de las hipótesis corpusculares y de las hipótesis ondulatorias no se planteaba en toda su generalidad. Ninguna razón histórica impulsaba a la ciencia en el camino de esta síntesis. Sólo una especie de aspiración a la *estética de las hipótesis* podía abrir la doble perspectiva de pensamientos que caracterizaba la mecánica creada por Louis de Broglie. Lo que ha desplazado el problema y ampliado el debate ha sido aplicar temas ondulatorios

no sólo a la luz sino también a la materia. (*Activité*, cap. I, p. 21-23.)

2. «CIENCIAS SIN ANTEPASADOS»: UN «ACTO EPISTEMOLÓGICO»

[87] En suma, las mecánicas contemporáneas, mecánica relativista, mecánica cuántica, mecánica ondulatoria, son ciencias sin antepasados. Nuestros biznietos se desinteresarán sin duda de la ciencia de nuestros bisabuelos. Sólo verán en ella un museo de pensamientos convertidos en inactivos, o como mínimo pensamientos que ya no pueden valer como pretexto de reforma de instrucción. Si se acepta esta fórmula, la bomba atómica ya ha pulverizado un gran sector de la historia de las ciencias, ya que en el espíritu del físico nuclear, ya no hay rastros de nociones fundamentales del atomismo tradicional. Hay que pensar el núcleo del átomo en una dinámica de la energía nuclear y ya no en una geometría que componga sus constituyentes. Esta ciencia no tiene análoga en el pasado. Aporta un ejemplo particularmente claro de la ruptura histórica en la evolución de las ciencias modernas.

Y sin embargo, a pesar de su carácter revolucionario, a pesar de su carácter de ruptura con la evolución histórica regular, una doctrina como la mecánica ondulatoria es una *síntesis histórica* porque el historiador se detiene dos veces en pensamientos bien construidos: los pensamientos newtonianos y los pensamientos fresnelianos, toma un nuevo punto de partida y tiende una nueva estética de los pensamientos científicos.

El punto de vista moderno determina entonces una nueva perspectiva sobre la historia de las ciencias, perspectiva que plantea el problema de la eficacia *actual* de esta historia de las ciencias en la cultura científica. Se trata efectivamente de mostrar la acción de una historia *juzgada*, de una historia que debe distinguir el error y la

verdad, lo inerte y lo activo, lo perjudicial y lo fecundo. De un modo general ¿no se podría decir que una historia *comprendida* ya no es una historia *pura*? En la historia de las ciencias, hay que comprender necesariamente, pero juzgar. Aquí más que en ninguna otra parte es cierta esta opinión de Nietzsche: «El pasado debe interpretarse con toda la fuerza del presente»[1]. La historia de los imperios y de los pueblos tiene como ideal merecido, el relato *objetivo* de los hechos; pide al historiador *que no juzgue* y si el historiador impone los valores de su tiempo para determinar los valores es de tiempos pasados, se le acusa, con razón, de seguir el «mito del progreso».

Pero nos encontramos con una diferencia evidente: para el pensamiento científico el progreso ha sido demostrado, es demostrable, su demostración es incluso un elemento pedagógico indispensable para el desarrollo de la cultura científica. Dicho de otro modo, el progreso es la dinámica misma de la cultura científica, y la historia de las ciencias debe escribir esta dinámica. Debe describir mientras juzga, valorizando, elevando toda posibilidad a un retorno hacia nociones erróneas. La historia de las ciencias no puede insistir en los errores del pasado más que para rechazarlos. Encontramos entonces la dialéctica de los *obstáculos epistemológicos* y de los *actos epistemológicos*. Hemos estudiado largamente el concepto de obstáculos epistemológicos en una obra anterior[2]. La noción de actos epistemológicos que oponemos hoy a la noción de obstáculos epistemológicos corresponde a estas sacudidas del genio científico que aporta impulsos inesperados en el transcurso del desarrollo científico. Hay entonces un *negativo* y un *positivo* en la historia del pensamiento científico y aquí el negativo y el positivo se

1. NIETZSCHE, *Considérations inactuelles*. De l'utilité et des inconvénients des études historiques, trad. Albert, p. 193.
2. *La formation de l'esprit scientifique*: *Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*, Ed. Vrin, 2.ª ed., 1947. (D. L.)

separan tan claramente que el científico que tomase partido por el *negativo* se situaría fuera de la ciudad científica. El que se limitara a vivir en la coherencia del sistema de Ptolomeo sólo sería un historiador. Y desde el punto de vista de la ciencia moderna, lo que es negativo depende de un psicoanálisis del conocimiento; hay que atajarlo si intenta renacer. Por el contrario lo que en el pasado continúa siendo *positivo,* actúa todavía en el pensamiento moderno. Esta herencia positiva del pasado constituye una especie de *pasado actual* cuya acción en el pensamiento científico del tiempo presente es notable.

Debemos comprender pues la importancia de una dialéctica histórica *propia del pensamiento científico.* En suma, hay que formar y reformar sin cesar la dialéctica de historia caduca y de historia sancionada por la ciencia actualmente activa. La historia de la teoría de la flogística está caducada ya que descansa sobre un error fundamental, sobre una contradicción de la química ponderal. Un *racionalista* no puede interesarse en ello sin una cierta mala conciencia. Un *epistemólogo* sólo puede interesarse si encuentra motivos de psicoanálisis del conocimiento objetivo. Un *historiador de las ciencias* debe saber que trabaja en la paleontología de un espíritu científico desaparecido. No puede esperar poder actuar sobre la pedagogía de las ciencias de nuestro tiempo.

Al contrario de la hipótesis de la *flogística,* otros trabajos como los de Black sobre lo *calórico,* incluso si contienen partes recuperables, afloran en las experiencias positivas de la determinación de los *calores específicos.* Ahora bien, la noción de *calor específico* —podemos afirmarlo tranquilamente— es una noción que es *para siempre* una noción científica. Los trabajos de Black pueden pues describirse como elementos de la *historia aceptada.* Hay un interés constante para conocerlos teóricamente, elucidarlos epistemológicamente, para seguir su incorporación en un cuerpo de conceptos racionalizados. La filo-

sofía histórica, la filosofía epistemológica, la filosofía racionalista pueden encontrar aquí un motivo de análisis espectral en el que se distribuyen los matices de una polifilosofía.

Se sonreirá quizás del dogmatismo de un filósofo racionalista que escribe un «para siempre» con motivo de una verdad escolar. Pero hay conceptos tan indispensables en una cultura científica que no podemos concebir vernos obligados a abandonarlos. Dejan de ser contingentes, ocasionales, convencionales. Se han formado sin duda en una atmósfera histórica oscura. Pero se han vuelto tan precisos, tan netamente funcionales que no pueden temer una *duda instruida.* Como máximo están expuestos a este escepticismo general que afecta a la ciencia, a este escepticismo siempre dispuesto a ironizar acerca del carácter *abstracto* de las nociones científicas. Pero esta ironía fácil no ataca el juramento racionalista que une una cultura a conceptos indestructibles, juramento que afirma «para siempre» un valor epistemológico preciso. La razón es fiel a ciertos temas. Distingue muy bien las nociones que sólo introducen un futuro de pensamiento, de las nociones que dan garantías de futuro a la cultura. La filosofía de la continuidad de las nociones valorizadas está pues frente a un problema de relación histórica, relación mediante la cual lo racional domina progresivamente lo contingente.

Vemos entonces la necesidad educativa de formular una *historia recurrente,* una historia que se ilumine con la *finalidad del presente,* una historia que parte de las certitudes del presente y descubre, en el pasado, las formaciones progresivas de la verdad. De este modo el pensamiento científico se asienta en el relato de sus progresos. Esta historia recurrente aparece en los libros de ciencia actuales, bajo forma de preámbulo histórico. Pero demasiado a menudo se acorta. Olvida demasiado los intermediarios. No prepara suficientemente la formación pe-

dagógica de los distintos umbrales diferenciales de la cultura.

Claro está, esta historia recurrente, esta historia juzgada, esta historia valorizada no puede ni quiere restablecer mentalidades precientíficas. Está hecha más bien para ayudar a tomar conciencia de la fuerza de ciertas barreras que el pasado del pensamiento científico ha formado contra el irracionalismo. De este modo, Jean-Baptiste Biot en un *Essai sur l'histoire des sciences pendant, la Révolution française* escribía en 1803 (p. 6): «La *Encyclopédie* era una barrera que impedía para siempre al espíritu humano retroceder.» Hay aquí una especie de declaración de los derechos del hombre racionalista y tendremos ocasión de ilustrarla a partir de que consideremos la historia de las ciencias como un progreso de su racionalidad. La historia de las ciencias aparecerá como la más irreversible de todas las historias. Al descubrir lo verdadero el hombre de ciencia bloquea lo irracional. Sin duda el irracionalismo puede surgir en otras partes. Pero en adelante hay caminos prohibidos. La historia de las ciencias es la historia de las derrotas del irracionalismo. (*Activité,* cap. I, p. 25-27.)

III. LA ACTUALIDAD DE LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS

[88] Si el historiador de una ciencia debe ser juez de los valores verdaderos que afectan a esta ciencia, ¿dónde debe aprender su oficio? La respuesta no plantea dudas: el historiador de las ciencias para juzgar bien el pasado, debe conocer el presente; debe aprender lo mejor posible la ciencia cuya historia se propone escribir. Y en esto, guste o no, la historia de las ciencias tiene un fuerte ligamen con la actualidad de la ciencia.

En el mismo grado en que el historiador de las ciencias penetrará en la modernidad de la ciencia, extraerá matices cada vez más numerosos, cada vez más finos, en la historicidad de la ciencia. La conciencia de modernidad y la conciencia de historicidad son aquí rigurosamente proporcionales.

A partir de las verdades que la ciencia actual ha hecho más claras y mejor coordinadas, el pasado de verdad aparece más claramente progresivo como propio pasado. Parece como si la clara historia de las ciencias no pueda ser completamente contemporánea de su desarrollo. Podemos ver cómo se desarrolla el drama de los grandes descubrimientos, tanto más fácilmente cuando hemos asistido al quinto acto.

A veces una repentina luz exalta el valor del pasado. Sin duda se trata del conocimiento del pasado que ilumina el camino de la ciencia. Pero podríamos decir que en ciertas circunstancias el presente ilumina el pasado. Lo hemos podido ver cuando, a dos siglos de distancia, Brianchon presentó su teorema formando dualidad con el famoso hexagrama místico de Pascal. Todo lo que era epistemológicamente misterioso en el hexagrama místico de Pascal aparece bajo una nueva luz. Se trata realmente del misterio a plena luz. Parece como si en la dualidad Pascal-Brianchon, el sorprendente teorema de Pascal doble su valor.

Naturalmente esta luz recurrente que participa tan claramente en el armonioso desarrollo del pensamiento matemático puede ser mucho más indecisa en la fijación de los valores históricos para otras ramas de la ciencia como la física o la química. Al querer convertir en demasiado activos pensamientos del pasado se pueden cometer verdaderas racionalizaciones, que atribuyan un sentido prematuro a descubrimientos pasados. Léon Brunschvicg lo ha señalado con agudeza al criticar un texto de Houllevigne. Houllevigne escribía, después de recordar diversos ensayos realizados en 1659 para disolver el oro: «Langelot en 1672 sustituía estos métodos puramente químicos por un procedimiento físico que consistía en triturar en oro forjado en hojas delgadas durante un mes en un "molino filosófico", seguramente un mortero cuya manecilla estaba accionada por una manivela. Después de este tiempo obtenía un polvo extremadamente fino que puesto en suspensión en el agua, permanecía en ella formando un líquido muy rojo; este líquido obtenido por Langelot... hoy lo conocemos, se trata del oro coloidal. Y de este modo persiguiendo su quimera, los alquimistas habían descubierto los metales coloidales cuyas sorprendentes propiedades demostraría Bredig, 250 años más tarde.»

Pero Léon Brunschvicg con su habitual sentido de los

matices frena de golpe esta «racionalización»: «Únicamente, dice, su descubrimiento existe para nosotros, no existía para ellos. En efecto, no está permitido decir que se sabe algo en el momento de hacerlo mientras no se sabe qué se ha hecho. Sócrates decía que saber es ser capaz de enseñar»[1].

La advertencia de Brunschvicg debiera inscribirse entre las máximas directrices de la historia de las ciencias. Se requiere un verdadero tacto para manejar las posibles recurrencias. Pero continúa siendo necesario doblar la historia del desarrollo de los hechos por una historia del desarrollo de los valores. Y sólo se pueden apreciar bien los valores conociendo los valores dominantes, los valores que, en el pensamiento científico, se activan en la modernidad.

La posición filosófica que asumo aquí es sin duda difícil y peligrosa. Contiene un elemento que la arruina, se trata del carácter efímero de la ciencia. Siguiendo el ideal de tensión modernista que propongo para la historia de las ciencias, será necesario rehacer a menudo la historia de las ciencias. En realidad ocurre precisamente esto. Y la obligación de iluminar la historicidad de las ciencias mediante la modernidad de la ciencia hace de la historia de las ciencias una de las doctrinas científicas más vivas y educativas.

Pero no quisiera daros la impresión de limitarme a desarrollar aquí una filosofía abstracta de la historia de las ciencias sin recurrir a ejemplos históricos concretos. Tomaré un ejemplo muy simple que me servirá para dos fines:

1.° Os mostrará que el carácter de historia juzgada ha sido siempre más o menos claramente activo en la historia de las ciencias.

1. Léon BRUNSCHVICG, *La connaissance de soi*, p. 68.

2.º Os mostrará que esta asimilación del pasado de la ciencia por la modernidad de la ciencia puede ser catastrófica cuando la ciencia todavía no ha conquistado esta jerarquía de los valores que caracteriza, en particular, la ciencia de los siglos XIX y XX.

El ejemplo que voy a estudiar me ha sido proporcionado por una explicación en la que el excelente físico suizo Jean Ingen-Housz, escribiendo a fines del siglo XVIII, pretendía dar ciertas propiedades a la pólvora. Intenta hacer comprender los efectos de la pólvora utilizando las nuevas concepciones de la química lavoisiana, al nivel pues de la modernidad de la ciencia de su tiempo.

Jean Ingen-Housz se expresa así[1]:

«La pólvora es un ingrediente tanto más maravilloso por cuanto que, sin los conocimientos que tenemos actualmente de las diversas especies de fluidos aéreos, especialmente del aire deflogisticado (léase oxígeno) y del aire inflamable (léase hidrógeno), parece imposible que se haya podido imaginar su composición *a priori*, es decir que se haya podido adivinar antes que estas tres substancias (azufre, carbón, salitre, o incluso las dos últimas ya que la primera, el azufre, no es absolutamente necesaria) mezcladas entre sí, pudieran producir un efecto tan sorprendente.»

Y Jean Ingen-Housz explica ampliamente cómo a pesar de todo, no se hubiera debido poder inventar la pólvora. Pretende así hacer comprender en la actualidad de la ciencia de su tiempo lo que no podía ser comprendido en el momento en que la historia fija el descubrimiento. Pero precisamente la ciencia del tiempo de Ingen-Housz no permite todavía esta explicación recurrente que hace resaltar los valores, y las explicaciones de Ingen-Housz

1. Jean INGEN-HOUSZ, *Nouvelles expériences et observations sur divers objets de physique*, París, 1785, p. 352.

dan un buen ejemplo de estos textos confusos tan característicos de la verdad en proceso de constitución, pero todavía entorpecidos por nociones precientíficas.

Hagamos un resumen de esta modernización prematura. Desde nuestro punto de vista es un ejemplo de la historia de las ciencias incoativas, de la historia de las ciencias que intenta constituirse.

El salitre, dice Ingen-Housz, compuesto de potasa y ácido «llamado nítrico» no contiene ningún principio ígneo, la potasa «lejos de ser un combustible apaga el fuego e incluso impide que se inflamen los cuerpos combustibles» que están impregnados. Igualmente «el ácido nítrico, por muy concentrado que esté, no puede inflamarse y apaga el fuego igual que el agua». La unión de ambas substancias no ígneas en el salitre no era, para Ingen-Housz, el principio de ignición. «Incluso podemos sumergir un hierro al rojo vivo en una masa de nitro fundido y enrojecido, sin que se inflame» [1].

«El carbón, que es el segundo ingrediente necesario de la pólvora, prosigue Ingen-Housz, tampoco nos ofrece nada que pueda hacerse sospechar el mínimo peligro al manejarlo. Se inflama y queda reducido a cenizas sin el menor ruido o movimiento.»

Así pues la conclusión de Ingen-Housz es que los constituyentes no teniendo en sí mismos el principio de ignición, ni la fuerza de explosión, no permiten que la pólvora se inflame y explote. El viejo inventor, en la opinión de Ingen-Housz, no podía comprender su invento partiendo de los conocimientos comunes de las substancias que mezclaba.

Veamos ahora a Ingen-Housz en acción para dar al viejo conocimiento histórico una actualidad al nivel de la ciencia de su propio tiempo.

Estima con razón que el salitre es una fuente de aire

1. *Op. cit.*, p. 354.

deflogisticado (oxígeno). Piensa erróneamente, que el carbón es una especie de gas inflamable (hidrógeno). Sabe que la mezcla de los dos «aires» se inflama «con una violencia extrema al acercarse al fuego». Cree tener entonces todos los elementos, para comprender el fenómeno de la explosión. Actualiza la historia volviendo a imaginar así un descubrimiento que estima racional de la pólvora. «Me parece probable, dice, que estos nuevos descubrimientos (del óxígeno y del hidrógeno) hechos sin tener la menor idea de adaptarlos a la pólvora, nos hubieran llevado pronto al descubrimiento de este compuesto terrible, si no hubiera sido ya descubierto por accidente.»

Así, en este sencillo ejemplo, vemos en acción la necesidad de rehacer la historia de las ciencias, un esfuerzo para comprender modernizando. Aquí este esfuerzo es desafortunado y no podía ser de otro modo en un tiempo en que los conceptos para comprender los explosivos no estaban formulados. Pero este esfuerzo desafortunado, está, también, en la historia y en nuestra opinión tiene cierto interés seguir la historia de la historia de las ciencias, esta historia de las ciencias en un proceso de reflexión sobre sí misma, esta historia siempre reflexionada y recomenzada.

Para agotar mi idea, creo que la historia de las ciencias no podría ser una historia empírica. No podría describirse en el desmigajamiento de los hechos ya que es esencialmente, en sus formas elevadas, la historia del progreso de los lazos racionales del saber. En la historia de las ciencias —además del lazo entre causa y efecto— se establece un lazo entre razón y consecuencia. De alguna manera, está doblemente ligada. Debe abrirse cada vez más a las organizaciones racionales. Cuando más nos aproximamos a nuestro siglo, más sentimos que los valores racionales dirigen la ciencia. Y si tomamos los modernos descubrimientos, vemos que en el espacio de algunos lustros, pasan del estadio empírico a la organiza-

ción nacional. Y así, de un modo acelerado, la historia reciente reproduce la misma ascensión a la racionalidad que el proceso progresivo que se desarrolla al ralentí en la historia más antigua. (*Conferencia en el Palais de la Decouverte*, 1951).

ÍNDICE DE LOS PRINCIPALES NOMBRES CITADOS

(Los números remiten a la numeración de los textos)

INDICE

COLECCIÓN ARGUMENTOS

Ultimos títulos publicados

76 Angel López García, **El rumor de los desarraigados (Conflicto de lenguas en la península ibérica)**
(XIII Premio Anagrama de Ensayo)
77 Hans Magnus Enzensberger, **El interrogatorio de La Habana y otros ensayos)**
78 René Girard, **Mentira romántica y verdad novelesca**
79 Jean Baudrillard, **La izquierda divina**
80 Antonio Campillo, **Adiós al progreso**
81 René Girard, **El chivo expiatorio**
82 Joaquim Lleixà, **Cien años de militarismo en España**
(XIV Premio Anagrama de Ensayo)
83 Gilles Lipovetsky, **La era del vacío**
84 Patricia Highsmith, **"Suspense"**
85 Carmen Martín Gaite, **Usos amorosos de la postguerra española**
(XV Premio Anagrama de Ensayo)
86 Carmen Martín Gaite, **Usos amorosos del dieciocho en España**
87 Alain Finkielkraut, **La derrota del pensamiento**
88 Jean-Didier Vincent, **Biología de las pasiones**
89 Enrique Lynch, **La lección de Sheherezade**
90 Jean Baudrillard, **El otro por sí mismo**
91 Fernando Savater (ed.), **Filosofía y sexualidad**
92 Paul Virilio, **Estética de la desaparición**
93 Raoul Vaneigem, **Tratado del saber vivir para uso de las jóvenes generaciones**
94 Pascal Bruckner y Alain Finkielkraut, **El nuevo desorden amoroso**
95 Carme Riera, **La Escuela de Barcelona**
(XVI Premio Anagrama de Ensayo)
96 Carmen Martín Gaite, **El proceso de Macanaz**
97 Carmen Martín Gaite, **El cuento de nunca acabar**
98 José Luis Pardo, **La banalidad**
99 Joachim Unseld, **Franz Kafka (Una vida de escritor)**
100 Víctor Gómez Pin, **Filosofía (El saber del esclavo)**
(XVII Premio Anagrama de Ensayo)
101 Vicente Verdú, **Días sin fumar**
102 Michel Foucault, **Esto no es una pipa (Ensayo sobre Magritte)**
103 Josep R. Llobera, **Caminos discordantes**
104 René Girard, **La ruta antigua de los hombres perversos**

Gaston Bachelard (1884-1962), una de las figuras más prominentes del pensamiento filosófico y científico contemporáneo, merece desde hace algún tiempo una particular atención por parte de todos aquellos que pretenden construir una teoría de la filosofía y de la historia y una teoría materialista de la historia de las ciencias.
Bachelard, profesor de historia y filosofía de la ciencia en la Sorbona durante muchos años, fue elaborando una epistemología constituida en la reflexión profunda acerca de los progresos de las ciencias físico-químicas en el presente siglo y en la vigilancia polémica con respecto a las teorías filosóficas del conocimiento.
La epistemología bachelardiana aporta categorías que han ejercido no poca influencia en el pensamiento de las nuevas generaciones de filósofos y científicos materialistas. La noción de «ruptura epistemológica» permitió, por ejemplo, a Louis Althusser dar un nuevo enfoque, no positivista y anti-evolucionista de la obra teórica más importante de Marx: *El Capital.*
Bachelard está asimismo presente en la obra de Michel Foucault y de François Jacob.
Y si la epistemología de Bachelard rehúye el materialismo y se desliza en el psicologismo, su lectura materialista —como ayer la de Hegel— nos brinda elementos valiosos en la tarea de edificar una teoría materialista de la historia de las ciencias.
La selección de textos del presente volumen responde a dicha exigencia. Su autor, Dominique Lecourt, uno de los más jóvenes y prometedores filósofos marxistas franceses, ha publicado: *Pour une critique de l'epistémologie (Bachelard, Canguilhem, Foucault)*, F. Maspero, Paris, 1972, y *Une crise et son enjeu (Essai sur la position de Lenine en philosophie)*, F. Maspero, París, 1973.

